
This is the **published version** of the article:

Garrido Espeja, Anna; Couso, Digna, dir. Visió del professorat de ciències de secundària en formació sobre la competència d'ús de proves científiques. 2012. 117 pàg.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/151173>

under the terms of the  **CC BY-NC-ND** license



UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA I DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS

Visió del professorat de ciències de secundària en formació sobre la competència d'ús de proves científiques

Màster de recerca en didàctica de les ciències i les matemàtiques

Autora:
Anna Garrido Espeja

Tutora:
Digna Couso Lagarón

L'ús de proves científiques és la competència científica que obté pitjors resultats en les proves per alumnes però la menys treballada pels professors de ciències. Conèixer la visió del professorat de ciències i les dificultats que identifica, així com generar una eina que defineixi i desgrani la competència pot ajudar a dissenyar activitats d'aula adients per treballar la competència, així com les característiques que ha de tenir una formació de professorat que vulgui promoure la utilització de proves científiques a l'aula.

AGRAÏMENTS

Diuen que la diferència entre un turista i un no-turista és l'absència o presència de la paraula "gràcies". Jo no he estat una turista en aquest intens viatge anomenat tesina, o treball de recerca, sinó que ho he viscut com un procés profund, de pujades i baixades, de dolors i alegries, de desorientació i de fletxes ben clares, de soledat i companyia, fins arribar al cim, des d'on he mirat enrere i he vist amb plaer i gratitud el camí recorregut.

Hi ha hagut moltes persones al llarg d'aquest camí, sense les quals aquest treball no hauria estat possible ni hauria tingut sentit realitzar-lo, i a les quals m'agradaria donar les gràcies de tot cor.

En primer lloc vull donar les gràcies a la meva tutora i mestra, la doctora Digna Couso, qui ha sigut llum clarificadora en els moments de foscor i confusió d'idees, qui ha cregut en mi i en el meu "nas" d'investigadora, i qui ha dedicat el seu temps i la seva pròpia casa en moments especialment difícils i únics per a ella (per la vinguda del seu fill Martí).

També m'agradaria agrair l'ajuda i suport que m'han donat els meus companys del CRECIM: al Víctor especialment, per llegir el treball i dialogar sobre ell amb passió, per reconfortar-me i per ajudar-me amb els seu bon criteri d'investigador, i a la Carme, l'Alba, la Raquel, l'Anna, la Marisa, la Cristina, el Jose, la Sílvia, la Lluïsa, el Josep i el Marlon. M'agradaria agrair especialment a la doctora Roser Pintó, la nostra guia del baixell CRECIM, per confiar en mi i demostrar-m'ho, per donar-me ànims i per mostrar la seva disponibilitat en ajudar-me sempre que li he demanat. Gràcies de manera especial a la doctora Montserrat Roca, que em va permetre, de manera totalment desinteressada i col·laborativa, utilitzar la seva última classe del Màster de professorat de secundària per distribuir el qüestionari entre els seus alumnes.

Gràcies als meus companys del Màster de recerca, per fer una "pinya" tan reconfortant, per escoltar-me a classe i fora d'ella, per compartir els neguits i per fer de "conillots d'indies" del meu qüestionari.

Gràcies especialment a la meva família, per aguantar el meu mal humor i tenir paciència sempre que arribo tard, i per estimar-me tal com sóc. Especialment al meu pare per escoltar atentament tot el meu treball en el moment més crític de tots i recordar-me el valor del meu esforç, i a la meva mare per ser sempre l'amor incondicional i la persona que més creu en les meves capacitats fins i tot quan jo m'he oblidat. Gràcies. Gràcies al meu germà per ser sempre un referent i no fallar-me mai. Gràcies a la meva cosina Carol, per ser la millor amiga i mai deixar de creure en mi. Gràcies.

Gràcies als meus amics de Sant Quirze, especialment a la Maria, el meu pilar i la meva companya de vida, i a la Gina i el Putxi, que m'han donat suport i ànims, m'han escoltat tot i ser pesada, m'han distret quan calia i m'han donat el meu espai quan el necessitava.

Vull donar les gràcies des del fons del cor a uns amics molt especials, els meus amics del "Camino", que han sigut llum en l'últim moment d'aquest camí i m'han retornat la força, l'alegria i la confiança que tant necessitava. Gràcies pel seu amor i acceptació tan pura i desinteressada, i per retornar-me l'esperança perduda. A l'Alberto, que m'ha donat els millors ànims quan més em calien, i a l'Ana, a la Marieta, al Saúl, al Sergio, al Richi i al Cedric. Moltes, moltes, moltes gràcies.

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1.	Introducció.....	5
2.	Marc teòric	7
2.1.	Definició i dimensions de la competència d'ús de proves científiques.....	7
2.1.1.	Visió empirista	7
2.1.2.	Visió argumentativa.....	9
2.1.3.	Visió de la indagació	9
2.1.4.	Una visió ampliada.....	10
2.2.	Importància de la competència d'ús de proves en l'educació	11
2.2.1	Contribució al coneixement de la naturalesa de les ciències.....	11
2.2.2.	Contribució al pensament crític.....	12
2.3.	La competència d'ús de proves en alumnes i professors. Estudis realitzats.....	12
2.3.1.	Resultats dels alumnes	13
2.3.2.	Visió del professorat.....	14
3.	Plantejament del problema i objectius de la recerca.....	15
4.	Context de la recerca.....	15
5.	Objectiu 1: Categorització de les demandes d'ús de proves.....	16
5.1.	Metodologia de l'objectiu 1	16
5.1.1.	Estratègia i instrument de recollida de dades.....	16
5.1.2.	Anàlisi de dades	17
5.2.	Resultats i discussió de l'objectiu 1	19
5.2.1.	Tipologies de demandes segons el model didàctic i el caràcter de l'activitat.....	20
5.2.2.	Graella de categorització i definicions.....	24
5.2.3.	Definició proposada vs. definició de PISA	31
5.2.4.	Demandes promogudes pel professorat expert i no expert en activitats d'ús de proves	32
6.	Objectiu 2: Visió de la competència d'ús de proves per part del futur professorat	35
6.1.	Metodologia de l'objectiu 2	35

6.1.1.	Estratègia i instrument de recollida de dades	35
6.1.2.	Anàlisi de dades	41
6.2.	Resultats i discussió de l'objectiu 2	46
6.2.1.	Identificació de les demandes d'ús de proves.....	46
6.2.2.	Tipus de dificultats identificades	49
6.2.3.	Treball a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves	52
6.2.4.	Relació entre l'expertesa en identificació, les dificultats associades i el fet d'haver-ho treballat o no a l'aula	55
7.	Conclusions.....	59
8.	Bibliografia.....	62
9.	Annexos	63
	Annex 1: Taula de classificació de tipus d'activitats amb proves dissenyada pel grup COMPEC.....	63
	Annex 2: Activitats PISA (P)	64
	Annex 3: Activitats Exemples M. Jiménez-Aleixandre (E)	70
	Annex 4: Activitats dissenyades per professors dins el projecte COMPEC (C).....	81
	Annex 5: activitats del projecte d'Exemplificació curricular de la generalitat (E).....	99
	Annex 6: Codificació del professorat participant del qüestionari	100
	Annex 7: Buidat i anàlisi de les respostes del professorat a la primera pregunta del qüestionari – identificació de les demandes que treballen l'ús de proves	101
	Demanda 2H: Representació gràfica	101
	Demanda 3H: Extreure informació de les dades.....	103
	Demanda 1M: Diferenciar teoria i proves	105
	Demanda 2M: Dissenyar experiment.....	107
	Demanda 3M: Confirmar hipòtesis (3.2.M) i Justificar conclusions (3.3.M)	109
	Demanda 4M: Avaluar conclusions	111
	Annex 8: Buidat i anàlisi de les respostes del professorat a la segona pregunta del qüestionari – dificultats identificades	113
	Annex 9: Buidat i anàlisi de les respostes del professorat a la tercera pregunta del qüestionari – ús a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves	115

La importància de la visió competencial (és a dir, entendre que l'objectiu de l'educació és l'adquisició de certes competències bàsiques) ha passat a primer pla des de la publicació, el 1999, l'informe del projecte DeSeCo de l'OCDE. Aquesta visió ha tingut una influència clara en el nostre país, propiciant que tant els currículums del Ministeri d'Educació com el de Catalunya incorporin la visió competencial. Com a conseqüència, actualment en el nostre país es realitzen proves d'avaluació de competències bàsiques de llengua i matemàtiques a primària i secundària.

Els currículums tant de primària com de secundària del nostre país incorporen explícitament la noció d'ensenyament i aprenentatge competencial basant-se en els documents de la EU. Així, es defineixen vuit competències bàsiques entre les quals s'inclou la competència científica (o competència en el coneixement i la interacció amb el món físic). En aquesta definició, la competència en ús de proves es menciona com un dels elements necessaris per assolir la competència científica:

-les críticament" (Departament d'Educació, s. f., p. 81)

1. **Identificar qüestions científiques:** reconèixer els problemes que es poden explorar científicament, i reconèixer les característiques principals d'una investigació científica.

2. **Explicar fenòmens científicament:** aplicar els coneixements de la ciència en un donada la situació de descriure o interpretar fenòmens científicament i predir els canvis.

3. Utilitzar proves científiques

- Interpretar proves científiques i elaborar i comunicar conclusions
- Identificar els supòsits, les proves i els raonaments que sustenten unes conclusions
- Reflexionar sobre les implicacions socials dels avenços científics i tecnològics

La dedicació que en l'ensenyament reben aquestes tres dimensions de la competència és desigual. Respecte d'això, ja en l'informe de resultats PISA s'afirma que *"l'ensenyament de les ciències tradicional sovint es concentra en el segon procés d'explicar fenòmens científicament, el qual requereix estar familiaritzat amb els coneixements clau de la ciència i les teories. No obstant això, sense ser capaç primer de reconèixer un*

¹ A la literatura de l'àmbit s'utilitza el terme "*evidence*" per referir-se al que trobem traduït com "prova". Tot i que preferim "prova" com a traducció més acurada, utilitzarem indistintament "prova" i "evidència" al llarg del treball.

problema científic i després interpretar els resultats de forma rellevant per al món real, un estudiant no pot ser considerat del tot competent científicament i farà un ús limitat de la ciència en la seva vida adulta."(OECD, 2007, p. 62)

Pel que fa a la tercera dimensió de la competència científica, l'ús de proves, aquesta sovint ha estat descuidada per la literatura i s'ha presentat associada únicament al treball empíric i la metodologia d'investigació, i per tant més com un procediment que com una competència (mobilització i integració de conceptes, procediments i actituds i valors per ser capaç de fer) essencial per a l'alfabetització científica.

Alguns autors, però, destaquen que treballar aquesta competència a l'aula és fonamental per al desenvolupament d'idees sobre la naturalesa de la ciència i les maneres de treballar de la comunitat científica, el que anomenem cultura científica, alhora que en la formació de ciutadanes i ciutadans crítics que puguin avaluar el coneixement i detectar les contradiccions i inconsistències del discurs en els diferents àmbits socials i científics perquè siguin capaços de participar activament en les decisions polítiques i socials del present i del futur (Jiménez-Aleixandre, 2010). En conseqüència, la competència d'ús de proves és una dimensió de la competència científica que cal treballar i emfatitzar especialment.

1. Marc teòric

1.1. Definició i dimensions de la competència *XDg* de proves científiques

Les proves juguen un paper central en la construcció del coneixement científic. Jimenez-Aleixandre (2010, p. 20) defineix les proves com aquelles observacions, fets, experiments, senyals, mostres i raons amb les quals es pretén mostrar que un enunciat és cert o fals.

Sovint les proves s'han associat a les dades empíriques que s'obtenen després de fer un experiment empíric. Des del nostre punt de vista, però, considerem que la teoria té un paper important en la interpretació d'aquestes dades per ser considerades proves (d'alguna cosa). Es a dir, considerem que les dades no parlen per sí mateixes, sinó que adquireixen un sentit en base a la teoria i la cultura en la que ens trobem. Per això, unes mateixes dades poden ser interpretades de maneres diferents segons com ens les mirem.

1.1.1. Visió empirista

Des d'una visió merament empirista de la ciència, el que utilitzem per obtenir conclusions científiques són bones dades experimentals. Alguns autors se centren més en l'anàlisi de la qualitat de les dades que s'obtenen en un procés experimental i proposen diferents aspectes crucials per a l'obtenció de dades fiables, com el disseny experimental, o el tractament i manipulació de les dades. Els estudis de Gott i Duggan (1996), per exemple, defineixen l'ús de proves com el conjunt de coneixements i habilitats relacionades amb la recol·lecció, validació, la representació i la interpretació d'evidències (o proves). Aquests autors aporten una sèrie de conceptes molt útils associats al disseny (com les nocions de variable, d'identificació o de grandària de la mostra) a la mesura, (com les nocions d'escala relativa, l'elecció de l'instrument, la repetibilitat o la precisió) i a la manipulació de dades (com ara taules i gràfics); conceptes que són manifestacions de la noció de validesa i fiabilitat de les dades. Norris (1985), en la mateixa línia de pensament, proposa una sèrie de principis que emfatitzen la importància de fer observacions hàbils i objectives que no es vegin afectades per influències externes, com ara les nocions preconcebudes o les emocions.

Altres autors fan un pas més enllà i incorporen a la seva definició d'ús de proves altres processos més de caire cognitiu, com la interpretació de dades o l'avaluació d'explicacions. Per exemple, Gott i Robberts, en el seu treball sobre la categorització de conceptes d'evidències (2008), es posicionen en una perspectiva sobre el treball d'investigació a l'aula que considera necessària la comprensió per part de l'alumnat de les idees sobre l'ús de proves. És a dir, els alumnes no aprenen sobre com funciona la ciència en base a fer un munt de treball pràctic que requereix d'aquestes habilitats, sinó aprenent, entenent i aplicant aquestes habilitats. Els autors presenten una llista de 80 conceptes d'ús de proves (*concepts of evidence*) que s'haurien de treballar explícitament a l'aula. Aquests conceptes inclouen 19 àrees que van des de idees de causalitat i associació, passant pel disseny experimental, anàlisi i interpretació de dades, fins a conceptes com la validació i fiabilitat.

De manera semblant, Jeong et al. defineixen “... com els “*conceptes i habilitats cognitives necessàries per recollir i avaluar dades fiables, vàlides i ben organitzades, i interpretades fins a un punt on puguin se*” (Jeong, Songer, & Lee, 2006, p. 76).

Aquests autors proposen 11 conceptes o habilitats relacionades amb la competència d'ús de proves, classificades en tres grans grups: 1) la planificació (prioritat, rellevància i mostra), 2) la recol·lecció (objectivitat, replicabilitat, precisió, instrument i execució dels protocols) i 3) la interpretació (interpretació de taules i gràfics, comprendre la relació d'un exemple amb el coneixement i el tractament de dades anòmales).

La majoria d'aquestes aproximacions a la competència d'ús de proves promouen demandes de tipus procedimental, és a dir, són tasques encaminades a obtenir proves, i en menor mesura, demandes interpretatives, aquelles que es realitzen una vegada s'han obtingut les proves.

Tot i així, quan es parla d'*interpretació de dades*, es fa especial èmfasi en la manipulació d'aquestes (organitzant-les i resumint-les en un format apropiat, de manera que es pugui fer una inferència lògica de les influències de les variables específiques o característiques dels problemes), més que en la incorporació de la teoria en aquest procés d'inferència. Així mateix, aquests autors donen importància sobretot a habilitats bàsicament procedimentals quan desgranen la competència en diferents components, com apreciar el paper de la replicació, saber manipular les dades obtingudes, realitzar mesures repetides, entendre la forma d'evitar el biaix de l'observador durant la recol·lecció de dades, configurar i utilitzar instruments, o aconseguir la precisió desitjada en un experiment.

Considerem aquests aspectes de vital importància per tal de ser conscients que el procés experimental requereix d'uns criteris molt específics de planificació, recol·lecció, i manipulació de dades, els quals donen fiabilitat, precisió i rellevància a les dades obtingudes, característiques necessàries per a la seva interpretació posterior. De totes maneres, la nova visió de la naturalesa del coneixement científic implica un canvi de concepció de "ciència com a experimentació" a "ciència com a construcció i revisió d'una explicació o model" (Duschl & Grandy, 2008a).

Mentre que l'enfocament d'ensenyar una 'ciència per als científics' ha posat èmfasi en l'ensenyament del que sabem i dels mètodes a utilitzar, els nous punts de vista de la ciència i de la psicologia plantegen qüestions sobre com sabem el que sabem i per què creiem certes afirmacions en lloc d'altres alternatives competents. Dins d'aquesta visió, la naturalesa de l'observació científica passa de ser considerada una acció dominada per la percepció dels sentits a una acció impulsada per la teoria. Ara sabem que el que veiem està influenciat pel que sabem i per com ho mirem, i que les teories científiques estan estretament implicades en el disseny i interpretació dels mètodes experimentals. Des d'aquesta perspectiva, les dades interpretades a la llum d'una teoria o idea científica concreta, com sustentadors o contraris a aquesta (és a dir les proves), cobren una rellevància major.

Així, per exemple, un mateix fet com la troballa de fòssils de la mateixa espècie en llocs molt allunyats pot ser considerat una dada que requereix interpretació o bé una prova de la teoria de pangea i la deriva continental. En funció de com interpretem aquesta dada, dissenyarem i realitzarem uns experiments determinats (o en el seu cas buscarem i integrarem les informacions disponibles apropiades), els quals estaran encaminats a obtenir proves que confirmen o refutin la teoria que actualment considerem vàlida.

1.1.2. Visió argumentativa

En contraposició a una visió de la competència d'ús de proves més empírica, ens trobem amb les visions d'ús de proves relacionades amb l'argumentació, on precisament s'emfatitza el procés d'interpretació i extracció de conclusions, tot i que generalment es fa obviat la diferència entre dades i proves, o els aspectes de validesa i fiabilitat de les dades mencionats abans.

Segons Duschl i Grandy (2008a, p. 34) “

Aquests autors,

encapçalats per Toulmin, posen en dubte el rol de “recerca de la veritat” que la indagació i argumentació en ciències havien tingut fins llavors: *“A la pràctica, la justificació i allò que compta com a evidència, així com les assumpcions teòriques*


(Toulmin, 1958, mencionat per Duschl & Grandy, 2008a).

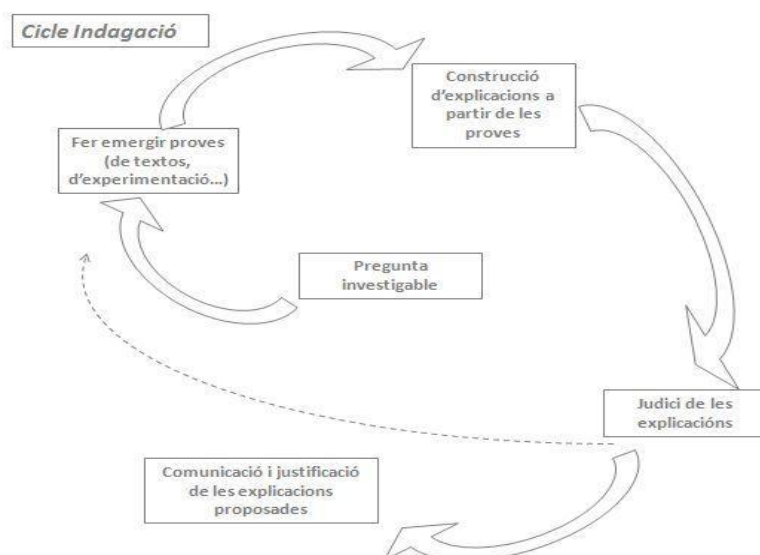
Autors propers a aquesta visió (Jiménez-Aleixandre, 2010) parlen de les proves quan analitzen algunes dimensions del procés argumentatiu: interpretació de proves, elaboració de conclusions fonamentades, articulació d'arguments convincents, capacitat de persuasió, resposta als arguments oposats al propi o altres aspectes socials associats a l'ús de proves. Així mateix, es dona èmfasi a les tasques de caràcter avaluatiu, com identificar relacions causa-efecte en els arguments, avaluar els enuncisats en base a proves, reconèixer que les conclusions i enuncisats científics han d'estar justificats, i tenir en compte criteris d'especificitat, suficiència i fiabilitat en l'avaluació de proves.

Nosaltres coincidim amb alguns aspectes proposats pels autors propers a una visió argumentativa, com la interpretació de proves per tal de construir models, el plantejament de preguntes d'investigació o l'avaluació d'enuncisats coherents. De totes maneres, però, no incloem en la competència d'ús de proves alguns processos més específics de l'argumentació, com l'articulació o comunicació d'un argument convincent, la capacitat de persuasió, o la resposta als arguments oposats al propi, ja que tot i ser elements importants de la competència científica, s'allunyen de la competència específica d'utilització de proves científiques.

1.1.3. Visió de la indagació

La National Research Council, presenta el terme *indagació* com una estratègia per a l'ensenyament de ciències que es compon de cinc característiques o processos essencials (Barrow, 2006): 1) plantejament de preguntes orientades des de la ciència que permetin la participació activa de l'alumnat, 2) recopilació de proves per part de l'alumnat per tal de permetre el desenvolupament i avaluació de les pròpies explicacions a les preguntes plantejades, 3) desenvolupament d'explicacions a partir de les pròpies proves per tal de donar respostes a les preguntes plantejades, 4) avaluació de les pròpies explicacions, que poden incloure explicacions alternatives que reflecteixin una comprensió científica i 5) la comunicació i justificació de les explicacions proposades.

Aquestes cinc característiques essencials de la indagació comporten, per a l'alumnat, un seguit de tasques a nivell pràctic (*hands-on*) però també mental (*minds-on*) que configuren el  gràfic 1). Aquest cicle posa èmfasi sobretot en les activitats de tipus interpretatiu i procedimental, alhora que es mencionen també les de caràcter avaluatiu.



Gràfic 1 : Cicle indagació (Rodríguez-Simarro, 2011)

El terme habilitats de pensament d'ordre superior (HOTS-sigles en anglès) s'utilitza per a delinear les activitats cognitives que van més enllà de la etapa de la comprensió i el menor nivell d'aplicació d'acord a la taxonomia de Bloom (Bloom, 1956, citat per Zohar & Dori, 2003a). Processos com la memorització i retenció de la informació es classifiquen en el pensament d'ordre menor, mentre que l'anàlisi, síntesi i avaluació es classifiquen com d'ordre superior. Alguns exemples de les activitats cognitives que es classifiquen com d'ordre superior inclouen la construcció d'arguments, el plantejament de preguntes d'investigació, fer comparacions, resoldre problemes complexos no algorítmics, fer front a controvèrsies i identificar supòsits ocults.

La major part de les habilitats indagatives clàssiques de la investigació científica, com ara la formulació d'hipòtesis, la planificació d'experiments, o la extracció de conclusions, doncs, es consideren habilitats de pensament d'ordre superior, d'acord a Resnick (Zohar & Dori, 2003a).

1.1.4. Una visió ampliada

Nosaltres coincidim amb una visió de ciència en que la indagació està guiada per les creences teòriques del moment, que determinen l'existència mateixa dels fets observats. Considerem especialment important promoure aquelles activitats cognitives (*minds-on*) que requereixin d'habilitats de pensament d'ordre superior (HOTS), i no només tasques merament experimentals (*hands-on*) que no demanin cap esforç cognitiu als alumnes i on la teoria no estigui integrada en el procés de construcció de coneixement.

En resum, en el nostre cas, quan parlem d'ús de proves, no parlem únicament de la realització d'experiments per tal d'obtenir dades empíriques de les que poder induir conclusions per explicar fenòmens de la natura, sinó que ens referim a la interpretació d'una informació (que pot ser en forma de dada empírica, fet, senyal, etc.) sota el paraigües d'un marc teòric i amb les ulleres d'uns models concrets, per arribar a unes conclusions fonamentades i justificades científicament.

La competència d'ús de proves científiques comporta, des d'aquesta visió, ser capaç de distingir conclusions basades en proves de conclusions no fonamentades o bé basades en opinions, avaluar afirmacions de diverses fonts, escollir entre teories alternatives o entre diverses opcions, confirmar prediccions o elaborar argumentacions i conclusions basades en proves científiques (Jiménez-Aleixandre, 2010). Aquesta capacitat també pot englobar els següents aspectes: seleccionar conclusions o teories alternatives en funció de les proves de què es disposa, donar raons a favor i en contra d'una conclusió determinada a partir de les dades disponibles i identificar els supòsits que s'han assumit per arribar a la conclusió.

1.2. *a dcfh bWjUXY`UVka dYh,bWjUXB g`XYdfcj Yg`Yb`EXi WUWCE*

2.2.1 Contribució al coneixement de la naturalesa de les ciències

Tal com hem vist anteriorment, l'ús de proves és una part fonamental del procés científic, i treballar aquesta competència a l'aula és fonamental pel desenvolupament d'idees sobre la naturalesa de la ciència i les maneres de treballar de la comunitat científica, el que anomenem cultura científica (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 46).

Segons Dulsch i Grandy (2008, p. 32), l'educació científica ha d'estar dissenyada de manera que l'aprenentatge sigui una "indagació de la indagació" i no una retòrica de conclusions, com per exemple, quan ensenyaem el que sabem. Ensenyar ciències sense la oportunitat de participar en l'argumentació, la construcció d'explicacions i l'avaluació d'evidències, fracassa en establir un espai pel desenvolupament de la comprensió de la naturalesa de les ciències.

Tot i això, sovint encara es considera que la ciència a ensenyar a l'aula ha de ser un conjunt de coneixements i teories determinades i consensuades. En gairebé tots els usos del terme indagació hi ha la visió, implícita o explícita, que tant els components conceptuals com procedimentals del pla d'estudis són inseparables. A la pràctica, però, tot i que els dos components s'adrecen junts en la investigació, es dona especial èmfasi a les idees conceptuals (Gott & Roberts, 2008). Alguns estudis duts a terme a nivell nacional (Tamir & García Rovira, 1993 i García Barros & Martínez Losada, 2003, citats per Rodríguez-Simarro, 2011) apunten a una mancança de presència de treball pràctic i a una falta d'activitats que promoguin habilitats indagatives, com la formulació de preguntes, el plantejament d'hipòtesis o el propi disseny d'experiments o reflexions sobre la relació entre el treball pràctic i la teoria.

Per aquest motiu, molts coneixements científics acostumen a ensenyar-se a l'escola sense referència a les proves que les sustenten. Les proves són substituïdes per l'argument d'autoritat, ja que tenim confiança en la persona experta o institució que avala aquest coneixement (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 19). En els materials de divulgació, és també comú tractar les explicacions científiques com si per si mateixes fossin fets (Izquierdo i Sanmartí, 1996, citat per Marbà et al, 2009).

"Això comporta, a llarg termini, que la ciència perdi la seva capacitat interpretativa: rarament podem llegir que les teories que la comunitat científica ha construït són una manera particular, la científica, d'explicar-se els fenòmens del món. Al contrari, allò que es transmet és que els coneixements científics són veritats en si mateixes, que aquestes teories existeixen en la naturalesa. Identificar el coneixement científic com un fet en comptes de com una interpretació dificulta que els no experts utilitzin la ciència, amb les seves teories, entitats i conceptes, per pensar i encara menys per actuar" (Marbà et al., 2009, p. 105).

El treball amb ús de proves, especialment aquelles activitats *Minds-on* i de tipus avaluatiu, contribueix a posar de manifest que el coneixement no és una cosa fixa i immutable, sinó que té caràcter provisional, ja que es basa en les idees i models acceptats en el moment present, que aquestes idees i models són avaluats d'acord amb les proves disponibles a cada moment, i que les mateixes dades són interpretades de diferents formes segons des de quin model teòric s'interpretin.

Normalment, la discussió de proves pot ser massa complexa per determinats nivells educatius; en tots requereix més temps que la simple explicació del coneixement consensuat. Els models s'han de vincular amb els fets concrets (fets paradigmàtics o exemplars) en què es pugui intervenir, adequats a les possibilitats de formular a classe «hipòtesis teòriques» que es puguin contrastar experimentalment i que siguin apropiades a les diferents entitats científiques que s'han d'introduir (Izquierdo, 2005). De totes maneres, encara que no puguem realitzar el procediment o explicar les proves que s'han utilitzat per arribar a un determinat consens teòric, podem mostrar que el procés pel qual es va acceptar una teoria determinada és mitjançant l'obtenció i avaluació de proves (Jiménez-Aleixandre, 2010). Això permet diferenciar-les d'altres afirmacions que reposen únicament en l'autoritat (com les apel·lacions a la Bíblia o a savis de l'antiguitat).

En resum, l'ensenyament de les ciències com a indagació ha d'adreçar els objectius epistemològics que es centren en com sabem el que sabem i per què creiem que les creences de la ciència són superiors o més fructíferes que altres punts de vista alternatius, i això és perquè el coneixement està construït i fonamentat en base a proves (Duschl & Grandy, 2008a).

2.2.2. Contribució al pensament crític

Per últim, considerem que l'ús de proves contribueix el desenvolupament del pensament crític dels alumnes. Els objectius de l'educació inclouen la formació de ciutadanes i ciutadans crítics que puguin avaluar el coneixement i detectar les contradiccions i inconsistències del discurs en els diferents àmbits socials i científics (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 19).

Definim pensament crític com l'avaluació de la consistència d'un raonament o enunciat per mitjà de l'ús de proves, la generació d'un judici basat en criteris i la disposició a qüestionar l'autoritat. Però també inclou altres components relacionats amb l'educació per a la ciutadania, com la capacitat d'una persona de formar-se opinions pròpies, sense dependre únicament de les idees dels altres o la capacitat d'analitzar críticament discursos que justifiquen desigualtats i relacions asimètriques de poder. (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 40)

És clar el paper fonamental que té la competència d'ús de proves en la construcció del pensament crític i, en conseqüència, la importància que té treballar aquesta competència a l'aula de ciències per contribuir a formar ciutadans crítics i responsables capaços de participar activament en les decisions polítiques i socials del present i del futur.

1.3. La competència d'ús de proves en alumnes i professors. Estudis realitzats

Per tal de conèixer la situació actual del treball de la competència científica a les aules, cal mirar els estudis que s'han fet en relació a l'ús que fan els alumnes d'aquesta competència i la visió del professorat respecte l'ús de proves i respecte la importància i dificultat d'aplicar aquesta competència a l'aula.

1.3.1. Resultats dels alumnes

La importància de la competència científica dels ciutadans en el desenvolupament econòmic i social dels països no està, actualment, en discussió. Dins de l'OCDE dels diferents països, entre ells Espanya, reconeixen aquesta importància àmpliament en participar en el Programa d'Avaluació Internacional dels Estudiants (PISA) des de l'any 2000. En aquest programa es mesura la competència matemàtica, lectora i científica dels estudiants de secundària de 15 anys, just abans de finalitzar la seva escolarització obligatòria.

Malgrat la reconeguda importància de les competències, malauradament els resultats de les diferents avaluacions PISA a Espanya (OCDE 2001, 2004 i 2007) no són satisfactoris per a cap de les competències analitzades, entre elles la científica. Més concretament, de les tres dimensions de la competència científica, la que obté els pitjors resultats amb diferència al nostre país és la de l'ús de proves.

Els resultats al nostre país mostren que la dimensió "d'utilitzar proves científiques" es troba 3,6 punts per sota de la puntuació mitjana de competència científica, mentre que les altres dues dimensions ("identificar qüestions científiques" i "explicar fenòmens científicament") es troben a 0,4 i 1,9 punts respectivament per sobre de la mitjana (OCDE, 2007).

Altres estudis focalitzats en analitzar específicament la competència d'ús de proves per part dels estudiants revelen resultats similars. Un estudi realitzat per Jeong et al. (2006), en el qual s'analitzaven les respostes de 40 estudiants de sisè de primària va revelar que la seva comprensió del concepte de prova científica i el procés de recol·lecció de dades eren molt febles en diversos aspectes. Per exemple, molts estudiants no apreciaven el paper de l'evidència empírica en la investigació científica, ni distingien proves rellevants de les proves irrelevantes. Així mateix, tenien dificultats en entendre la importància de la fiabilitat i objectivitat en les observacions, i en la interpretació d'exemples i taules de manera apropiada.

Un estudi similar de Masnick i Klahr (2003) (citat per Jeong et al., 2006), on durant una exploració guiada, es va preguntar a alumnes de segon i quart de primària preguntes del tipus: "què passaria si l'experiment idèntic es repetís?", va mostrar que els estudiants entenien una mica la importància de els errors, especialment errors de mesura i d'execució, però el seu coneixement no estava ben integrat en una visió coherent.

A la literatura s'han esgrimit diferents raons respecte aquesta dificultat dels estudiants associada al domini de la competència d'ús de proves. Alguns resultats (Jeong et al., 2006) suggereixen que es necessiten més instruccions explícites per tal d'enfortir la capacitat dels estudiants per recopilar i interpretar dades, especialment en l'era de la informació rica en dades actual.

Aquestes instruccions explícites per enfortir la competència en l'ús de proves s'haurien de donar amb regularitat a l'aula de ciències per part del professorat de ciències. No obstant això, s'han fet pocs estudis sistemàtics que orientin sobre com efectuar un canvi de tendència i obtenir majors nivells de competència d'ús de proves en els estudiants. Per a això, caldria saber quines són les dimensions de la competència científica que es treballen, i com, a l'aula de ciències a Espanya.

1.3.2. Visió del professorat

Així mateix, s'han fet pocs estudis en relació a la visió del professorat d'aquesta competència. Un dels estudis que analitza el paper del professorat en aquest fenomen (Boudamoussi & Pintó, 2009) mostra que els professors de ciències tenen problemes importants a l'hora de comprendre el marc conceptual competencial de PISA, i en particular, la competència d'ús de proves.

L'estudi analitza, concretament, la percepció d'una mostra de 30 docents de ciències de secundària sobre les habilitats avaluades en PISA, i els resultats assenyalen que els professors tenen més dificultats a identificar demandes associades a la competència d'ús de proves en activitats competencials de PISA, amb una mitjana del 35% d'encert en la identificació. Per contra, quan se'ls va consultar sobre les competències que ells creien que representarien dificultat als seus estudiants, la puntuació més baixa la va obtenir la competència l'ús de proves. Així mateix, la majoria de professors expressen que és aquesta la competència que menys treballen a les seves classes de ciències. Aquests resultats ens fan pensar que aquesta competència es troba desatesa pels docents i en conseqüència els processos associats no es desenvolupen bé en els estudiants.

Estudis preliminars dels investigadors d'aquesta proposta (Couso & Pintó, en premsa) mostren que, tant per al professorat en exercici com per al professorat en formació inicial, dissenyar activitats d'aula per promoure la competència científica dels nostres alumnes és un repte complex difícilment assolible sense el suport d'una formació específica.

Aquest estudi intenta seguir la recerca en aquest sentit, i conèixer les idees que té el professorat en relació a aquesta competència, així com les dificultats que veuen en relació a la realització d'una activitat que promogui l'ús de proves amb els estudiants a l'aula, ja que això pot ajudar a trobar quins són els impediments per no treballar aquesta competència i començar a construir un camí que aportí solucions o noves idees per començar a treballar aquesta competència a les aules.

2. Plantejament del problema i objectius de la recerca

Aquesta investigació es planteja la següent pregunta de recerca amb dos objectius diferenciats:

*Š Quina és la visió del professorat de ciències de secundària en formació
proves científiques?*

Objectiu 1: Categoritzar les **demandes** que es poden donar en activitats d'aula especialment dissenyades per promoure la competència d'ús de proves.

Objectiu 2: Identificar la **visió del futur professorat de ciències** de secundària sobre la competència d'utilització de proves científiques, en concret es vol conèixer:

- Quines **demandes** d'ús de proves identifiquen.
- Quines **dificultats** identifiquen que pot tenir l'alumnat en relació amb l'ús de proves.
- Quin **treball** a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves han realitzat.
- Quina relació existeix entre el **nivell d'expertesa** en reconeixement de la competència i el tipus de **dificultats** que identifiquen o el **treball** que fan a l'aula d'activitats d'ús de proves.

3. Context de la recerca

El grup COMPEC² està format per 6 professors de secundària en exercici i 4 investigadors en didàctica de les ciències que formen una comunitat d'aprenentatge professional en la que dissenyen, de manera iterativa (a partir de l'anàlisi de resultats de la seva implementació amb alumnes) activitats d'aula que integren el treball de la competència d'ús de proves amb el treball en continguts científics curriculars.

Aquest estudi, que està emmarcat en el projecte COMPEC, pretén identificar els aspectes de la competència d'ús de proves que són útils de treballar a l'aula de ciències i investigar les dificultats i impediments per treballar la competència amb el nostre alumnat. Això es fa a partir de categoritzar les diferents demandes que hi pot haver per treballar la competència d'ús de proves (objectiu 1) i de conèixer les idees del professorat sobre aquesta, així com les dificultats que hi veuen associades i el treball que fan a l'aula (objectiu 2). Per a l'objectiu 1 hem utilitzat activitats d'aula que han estat dissenyades pel grup de professors COMPEC (amb l'objectiu específic de treballar l'ús de proves), a part d'altres activitats presents en la literatura, i el resultat del treball dut a terme a la comunitat d'aprenentatge (una taula inicial de classificació d'activitats que treballen l'ús de proves).

² Projecte d'I + D COMPEC: "La competència científica en el professorat de ciències de secundària: anàlisi de dificultats, propostes de formació i elaboració de materials didàctics com 'bones pràctiques' en l'àmbit".

4. Objectiu 1: Categorització de les demandes de proves científiques

4.1. Metodologia de treball

4.1.1. Estratègia i instrument de recollida de dades

Per realitzar la categorització del tipus de demandes que es troben en les diferents activitats que treballen la utilització de proves científiques s'han recollit i analitzat diverses activitats (24 activitats) que han estat dissenyades per treballar explícitament aquesta competència. Hem diferenciat entre activitats dissenyades per *experts* en el disseny d'activitats d'aquest tipus (activitats dissenyades i publicades per investigadors o entitats de didàctica de les ciències) i activitats dissenyades per *no experts*, és a dir professors o investigadors que estan treballant la competència però no es poden considerar experts en el disseny d'activitats d'aquest tipus.

El primer grup d'activitats, dissenyades per *experts*, es compon de:

- §6 activitats PISA especialment dissenyades per avaluar l'ús de proves (Annex 2),
- §5 exemples d'activitats d'aula dissenyades per treballar l'ús de proves i l'argumentació (Jiménez-Aleixandre et al., 2009) (Annex 3),
- §6 activitats que treballen diferents aspectes de l'ús de proves, incloses en la literatura (Jiménez-Aleixandre, 2010)

El segon grup d'activitats, dissenyades per *no experts* està format per:

- §4 activitats sobre temàtiques científiques diverses dissenyades pel grup de professors i investigadors del projecte COMPEC (Annex 4),
- §3 seqüències didàctiques sobre Astronomia dissenyada dins del projecte oficial de Disseny Curricular sobre Competència Científica de la Generalitat³ (Annex 5).

Totes les activitats van dirigides a alumnat de secundària (ESO i Batxillerat) i totes elles treballen un o diversos continguts científics de les diferents disciplines científiques (física, química, biologia i geologia) (veure Taula 1 a l'apartat d'anàlisi de dades).

³ Aquest projecte d'exemplificació curricular sobre competència científica està finançat pel Departament d'Ensenyament de Catalunya i dirigit per Mercè Izquierdo. La unitat dissenyada ha estat co-autoria de la tutora Digna Couso i altres professors del projecte COMPEC.

4.1.2. Anàlisi de dades

Amb l'objectiu de desgranar i definir les diferents dimensions o processos que constitueixen la competència d'ús de proves, així com per caracteritzar els diferents tipus de demanda d'ús de proves que es poden donar en activitats d'aula (objectiu 1), s'ha construït una eina de classificació i categorització de les demandes d'ús de proves.

Les categories i demandes proposades a l'apartat de resultats són producte d'un anàlisi teòric de la literatura ja mencionada i d'un anar i venir de la teoria a les dades durant un anàlisi empíric d'activitats dissenyades per treballar la competència d'utilització de proves a l'aula.

En l'anàlisi teòric s'han tingut en compte diversos articles i altra literatura relacionada amb la competència d'ús de proves (Gott & Roberts, 2008; Jiménez-Aleixandre, 2010; OCDE, 2007) en què es defineix i desgrana la competència, proposant categories, dimensions o aspectes a tenir en compte quan es treballa la capacitat d'utilitzar proves científiques.

A partir de l'anàlisi empírica d'aquest conjunt d'activitats, s'ha ampliat, modificat i enriquit la graella de caracterització inicial fins que aquesta s'ha saturat, és a dir, l'anàlisi de més activitats no ha requerit de més categories dins la graella, perquè aquestes ja eren prou útils per classificar qualsevol activitat nova. Així mateix, en aquest procés s'han anat construint, modificant i delimitant les definicions de cada demanda d'ús de proves. La graella de categorització obtinguda es presenta a l'apartat de resultats (taula 3), així com les definicions de cada demanda.

A banda d'això, l'anàlisi empíric de les activitats ens ha permès conèixer quines demandes d'ús de proves es treballen més i menys en activitats d'aula que han estat dissenyades especialment per treballar aquesta competència. En aquest procés de classificació i anàlisi d'aquestes activitats, a cada activitat se li ha atorgat un codi determinat.

A continuació es presenten el nom de les activitats utilitzades, agrupades per tipus (dissenyades per "experts" o per "no experts"), amb la codificació donada a cadascuna d'elles (veure Taula 1):

Nom de l'activitat d'ús de proves		Codificació
Dissenyades per "experts"	PISA (Annex 2)	P
	Xampú Fructis	P1
	La fàbrica sorollosa	P2
	Capturar l'assassí	P3
	Hivernacle	P4
	Protectors solars	P5
	Malària	P6
	Exemples d'activitats de Jiménez-Aleixandre (2009) (Annex 3)	E
	Alçada dels pèsols	E1
	Espelma	E2
	Sistemes de calefacció	E3
	Pertanyen a Copèrnic aquestes restes?	E4
	La lluna i el creixement de les plantes	E5
	Llibre Jiménez-Aleixandre (2010)	M
	Model Geocèntric-Heliocèntric (p25)	M1
	Síntesis d'urea (p54)	M2
	Causa de les infeccions (p62)	M3
	Càlculs sobre la edat de la Terra (p81)	M4
	El laboratori embreixat. (p102)	M5
	Hipòtesis sobre l'herència (p108)	M6
Dissenyades per "No experts"	Activitats dissenyades pels professors COMPEC (Annex 4)	C
	Fukushima	C1
	Radioactivitat	C2
	Contaminació	C3
	Solubilitat	C4
	Astronomia, Projecte Disseny Curricular Competència Científica (Annex 5)	A
	Astronomia 1	A1 (p1-70)
	Astronomia 2	A2 (p71-96)
	Astronomia 3	A3 (p97-111)
Total activitats		24

Taula 1: Nom i codi de les activitats analitzades que treballen l'ús de proves

S'han analitzat un total de 24 activitats d'ús de proves (17 per *experts* i 7 per *no experts*), les quals inclouen, en conjunt, 154 preguntes o demandes d'ús de proves.

Classificació de les activitats analitzades

Les activitats o preguntes d'aula analitzades s'han classificat dins de la graella segons la demandes d'ús de proves que treballen (taula 2). La primera columna d'activitats fa referència a les **activitats dissenyades per "experts"** en la competència d'ús de proves. Aquestes inclouen les preguntes PISA (P1-P6), els exemples de Jiménez-Aleixandre (E1-E5) i les activitats incloses en el llibre de Jiménez-Aleixandre (M1-M6). La segona columna són **activitats dissenyades per "no experts"**, i s'inclouen les activitats proposades pels professors dins del projecte COMPEC (C1-C4) i pel grup d'investigadors pertanyents al projecte d'Exemplificació Curricular de la Generalitat (A1-A3⁴). A la última columna es fa una comptabilització del nombre d'activitats

⁴ Entre parèntesis s'especifica el número de pàgina on es troba la demanda identificada.

identificades per cada demanda, així com el total d'activitats. L'estructura i contingut d'aquesta taula amb la que s'han analitzat les dades és de fet el primer resultat de l'anàlisi, ja que comunica com a partir del treball teòric i empíric realitzat hem arribat a definir la competència d'ús de proves i per tant l'explicació detallada de la taula es troba en la secció de Resultats i discussió de l'objectiu 1 (Apartat 5.2).

Demanda d'ús de proves	Activitats/preguntes que la treballen		Total
	"D'experts"	De "no experts"	
1.M. Identificar elements per obtenir proves i darrere les conclusions			
1.1.M. Identificar i diferenciar elements proposats per obtenir proves: preguntes/problemes, hipòtesis o procés experimental	P3 M3	C1	3
1.2.M. Identificar i diferenciar elements que hi ha darrere unes conclusions: teories/models i dades/proves	P1 M2,M3,M4	A2(73,87) C2	7
2.H. Obtenir/presentar dades			
2.1.H. Obtenir dades per mitjà d'un experiment empíric o a través d'altres fonts d'informació	E2, E3	C1, C3 A1(16,25,27,38,40,43,50) A2(74,77,78,79,83,90,92, 94) A3(99, 107,110)	22
2.2.H. Presentar dades: Organitzar dades, representar-les o fer càlculs	M1, M3	A1(22,27,39,44,49,51,53), A2(78,81,85,86,110), A3(110)	15
2.M. Pensar processos per obtenir proves			
2.1.M. Proposar preguntes d'investigació que es responen amb proves			0
2.2.M. Plantejar possibles hipòtesis per a una pregunta d'investigació		C4 A1(40), A3(102)	3
2.3.M. Dissenyar procés experimental o identificar fonts d'informació per obtenir proves	P1 E5	C1, C1, C3, C3, C4, A1(25,49), A2(82,87) A3(103,105,106)	14
3.H. Extreure informació directa de les dades			
3.1.H. Comparar les dades (identificar similituds i diferències, patrons, canvis i especificitats)	P4 E3 M1	C4 A1(21,39,44,50,53,67,68, 69), A2(75,78), A3(99)	15
3.2.H. Extreure conclusions directes de les dades o escollir entre conclusions directes alternatives	P2, P2, P5, P6, E5, M1	C4 A1(15,29), A2(80,84,86)	12
3.M. Elaborar conclusions a partir de les proves			
3.1.M. Elaborar conclusions en base a una teoria o escollir entre conclusions alternatives	P2, P5 E1,E2,E2,E4,E5 M1, M2, M4, M5	C3, C4 A1(16,20,39,43,44,53,67) A2(75,76,86,90,94) A3(100,101,110)	28
3.2.M. Confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials	M3	A1(40), A2(80,86) A3(99)	5
3.3.M. Justificar/argumentar conclusions o aplicar les conclusions a noves situacions	E2, E3 M1, M2, M4	C4, A1(31,45,46,55,69) A2(75,80,89,91,92,96)	17
4.M. Avaluat qualitat de les dades i les conclusions			
4.1.M. Avaluat la qualitat de les dades obtingudes empíricament o d'altres fonts	P5, E5, M4	C3, C3 A2(92)	6
4.2.M. Avaluat la qualitat de les conclusions proposades	P4 E4, E5 M5	C3 A2(93,95)	7
Total activitats/preguntes d'ús de proves	45	109	154

Taula 2: Activitats/preguntes que treballen les diferents demandes d'ús de proves.

4.2. Resultats i discussió

En aquesta secció presentem els resultats de l'objectiu 1, fruit de l'anàlisi teòric i empíric discutit a la secció anterior.

En una primera part dels resultats s'explica i es justifica la classificació proposada de les demandes que es poden trobar en activitats especialment dissenyades per promoure la competència d'ús de proves, segons dues variables: el model didàctic i el caràcter de l'activitat (apartat 5.2.1.). En segon lloc, es presenta la

graella de categorització d'aquestes demandes i es defineixen cadascuna d'elles de manera detallada, tot donant exemples d'aula (apartat 5.2.2.). A continuació es fa un breu comentari comparatiu entre la definició proposada per PISA i la nostra definició de la competència d'ús de proves (apartat 5.2.3.).

Per últim, presentem i discutim quins són els tipus de demandes que promou el professorat a les activitats que ha dissenyat sobre ús de proves, i les diferències que hi ha entre les activitats dissenyades pel professorat "expert" i pel "no expert" (apartat 5.2.4.).

4.2.1. Tipologies de demandes segons el model didàctic i el caràcter de l'activitat

El nostre anàlisi d'activitats i la lectura del marc teòric ens porta a identificar dues tipologies de demandes segons el **model didàctic** que promouen (Hands-on o Minds-on), i quatre tipologies segons el **caràcter de l'activitat** (literal, procedimental, interpretatiu o avaluatiu).

Les característiques essencials de la indagació (Barrow, 2006) inclouen un seguit de tasques a nivell pràctic (*hands-on*) i mental (*minds-on*) tant de caràcter procedimental (plantejament de preguntes i recopilació de proves), com interpretatiu (desenvolupament d'explicacions a partir de les pròpies proves) i avaluatiu (avaluació de les pròpies explicacions). Varis autors inclouen les tasques procedimentals i interpretatives com una part essencial de la competència d'ús de proves i en menor mesura les de tipus avaluatiu (Gott & Duggan, 1996; Jeong et al., 2006; Norris, 1985; Duschl & Grandy, 2008a; Jiménez-Aleixandre, 2010).

A continuació s'expliquen aquestes dues variables (model didàctic i caràcter de l'activitat), en funció de les quals hem classificat i definit les demandes que es poden fer en relació a l'ús de proves.

Model didàctic respecte l'ús de proves: Handson vs. Mindson

Quan parlem d'una demanda Hands-on (H) ens referim a un tipus d'activitat d'aula plantejada als alumnes quan es considera l'ensenyament-aprenentatge de les ciències com un procés en el que la teoria i la pràctica es treballen per separat: per un costat es dona el contingut de la matèria com un coneixement establert que cal aprendre, i per altre costat es fan pràctiques experimentals per tal de propiciar aprenentatges bàsicament procedimentals. Nosaltres hem definit dues demandes dins d'aquest grup: la obtenció i presentació de dades (realització d'experiments i representació de dades) i l'extracció d'informació directa de les dades.

Alguns autors han fet èmfasi en aquest tipus d'activitats, amb l'objectiu d'aconseguir criteris de validesa i fiabilitat en el disseny, la mesura i el tractament de les dades (Gott & Duggan, 1996; Jeong et al., 2006; Norris, 1985). Aquest tipus d'activitats, però, es presenten com a un procés més aviat mecànic i de passos pre-establerts, on es promou únicament la capacitat de realitzar tasques empíriques i tècniques concretes (com la mesura i tractament de dades, la mostra, els instruments, etc.) i on no es promou la utilització ni connexió amb els coneixements teòrics (fets, models, etc) en el procés. Les activitats no pretenen, doncs, que els alumnes puguin modificar, revisar, construir, jutjar, avaluar, etc. models teòrics en funció de les proves obtingudes, ni que es plantegin possibles dissenys experimentals o diverses interpretacions dels resultats en funció de la teoria, sinó simplement que duguin a terme tasques experimentals pre-establertes que no requereixen posar en marxa habilitats cognitives d'ordre superior.

Per altra banda, les activitats amb demandes Mindson (**M**) les associem a un model didàctic de tipus més competencial, on es pretén que els alumnes siguin capaços d'integrar els coneixements teòrics amb el món empíric, i on les habilitats cognitives i experimentals es treballen de manera conjunta a l'aula, potenciant-se mutuament. Aquest tipus d'activitats promouen Habilitats de Pensament d'Ordre Superior (*HOTS*-sigles en anglès), les quals inclouen, tal i com afirmen Zohar & Dori (2003b), la major part de les habilitats clàssiques de la investigació científica, com ara la formulació d'hipòtesis, la planificació d'experiments o la extracció de conclusions. En base a la taxonomia de Bloom (1953), la memorització i retenció de informació es classifiquen en el pensament d'ordre menor, mentre que l'anàlisi, la síntesi i l'avaluació es classifiquen com a habilitats cognitives d'ordre superior.

D'acord amb aquestes idees, nosaltres distingim 4 demandes de tipus *Minds-on*, les quals plantegen als alumnes algun dels següents processos: 1) identificar i diferenciar els diferents elements d'un procés d'investigació (com ara una hipòtesis, una prova i una conclusió), 2) dissenyar processos per obtenir les proves necessàries (com ara plantejar preguntes d'investigació, dissenyar un experiment o formular hipòtesis), 3) interpretar unes proves en base a una teoria (per elaborar conclusions, justificar-les i confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials), i 4) avaluar la qualitat de les dades i de les conclusions obtingudes (en funció del procediment dut a terme i la coherència que hi ha entre les proves i els models).

La justificació per agrupar aquest tipus d'activitats cognitives tan variades en la mateixa categoria de "Pensament d'ordre superior", tot i que són activitats tan diferents entre elles, és que totes elles segueixen les característiques de reflexió d'ordre superior d'acord a Resnick, és a dir, són no algorítmiques, tendeixen a ser complexes, sovint tenen diverses solucions, i requereixen l'aplicació de múltiples criteris, la incertesa i l'autoregulació (Zohar & Dori, 2003b).

Nosaltres considerem que les activitats de tipus *Hands-on* són una part essencial però limitada del conjunt de tasques que es poden i s'haurien de dur a terme en activitats d'aula dissenyades per treballar i ensenyar una pràctica científica més autèntica. De fet, un model didàctic purament *Hands-on* pot promoure, en certs casos, una visió de ciència empirista, centrada únicament en "fer experiments pràctics". Sabem que proporcionar als estudiants l'oportunitat tant d'interactuar amb els fenòmens naturals (*hands-on*) com de vincular les proves a les explicacions (*minds-on*) és de vital importància per promoure una visió de ciència adequada (Duschl & Grandy, 2008a).

És necessari fer una activitat científica escolar que sigui coherent (no igual) amb com es fa ciència (avui dia) d'acord a la nova epistemologia de la ciència. Una forma d'aproximar-se a l'epistemologia de la ciència és aprendre a construir afirmacions i arguments i a establir relacions coherents entre elles per interpretar fenòmens (Sardà & Sanmartí, 2000), habilitats que considerem de tipus *Minds-on*. A més, els processos indagatius (habilitats de tipus *HOTS*) promouen el desenvolupament dels criteris epistemològics essencials per avaluar l'estat d'afirmacions científiques, utilitzar el coneixement científic per interpretar unes proves obtingudes o buscar la manera d'obtenir unes proves per respondre a preguntes científiques (Duschl & Grandy, 2008a). Per últim, els models teòrics, els quals s'ajusten a les característiques dels fenòmens naturals mitjançant la formulació d'hipòtesis susceptibles de prova, constitueixen una guia extremadament potent per a la intervenció sobre el món no només en el context de l'activitat científica erudita sinó també en l'activitat científica escolar (Izquierdo & Adúriz-Bravo, 2003).

Així doncs, considerem que activitats del tipus *Minds-on* poden ajudar als alumnes a incorporar una idea de ciència (epistemologia de la ciència) més propera a la dels científics i a comprendre que fer ciència consisteix en integrar – d'una manera molt determinada – el món empíric experimental i el món teòric de les idees, per

tal d'anar construint els models i el coneixement científic en cada moment. Per últim, els models teòrics, els quals s'ajusten a les característiques dels fenòmens naturals mitjançant la formulació d'hipòtesis susceptibles de prova, constitueixen una guia extremadament potent per a la intervenció sobre el món no només en el context de l'activitat científica erudita sinó també en l'activitat científica escolar (Izquierdo & Adúriz-Bravo, 2003).

Així doncs, considerem que activitats del tipus *Minds-on* poden ajudar als alumnes a incorporar una idea de ciència (epistemologia de la ciència) més propera a la dels científics i a comprendre que fer ciència consisteix en integrar – d'una manera molt determinada – el món empíric experimental i el món teòric de les idees per tal d'anar construint els models i el coneixement científic de cada moment. Serà important, doncs, potenciar aquelles activitats d'ús de proves que promoguin en els alumnes habilitats cognitives d'ordre superior (demandes de tipus *Minds-on*), especialment el tipus de demandes que promoguin qüestionar i avaluar el coneixement científic de manera crítica i fonamentant-lo en proves.

Caràcter de l'activitat: literal, procedimental, interpretatiu o avaluatiu

En base a les diferents habilitats/conceptes relacionats amb l'ús de proves proposats pels diferents autors del nostre marc teòric, així com de l'anàlisi de les activitats d'aula i de la taula de classificació inicial proposada pel grup COMPEC (veure Annex 1), s'ha considerat classificar les demandes d'ús de proves en 4 grups bàsics, segons el caràcter de l'activitat o la tasca que es demana en relació al procés científic: 1) Literal, 2) Procedimental, 3) Interpretatiu i 4) Avaluatiu.

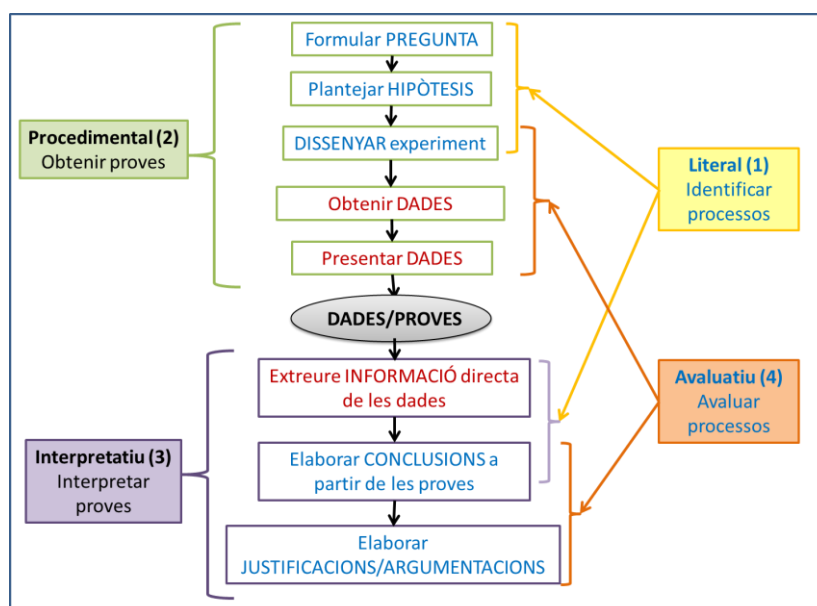
Moltes aproximacions a la competència d'ús de proves (Norris, 1985; Gott & Duggan, 1996; Jeong et al., 2006) promouen demandes de tipus procedimental, com ara el disseny, la observació, o la recol·lecció, mesura i tractament de les dades. Aquestes tasques estan encaminades a obtenir dades/proves, ja siguin *hands-on* (realitzar els passos necessaris per obtenir dades) o *minds-on* (pensar què cal fer per obtenir proves), i per tant considerem que totes elles tenen un caràcter procedimental.

Una altra part essencial del procés científic inclou tasques de caràcter interpretatiu, és a dir, aquelles que es realitzen una vegada s'han obtingut les dades o proves. La interpretació de dades/proves també pot ser de tipus *hands-on* (extreure informació directa de les dades, com ara veure que quan una variable creix, una altre decreix) o *minds-on* (elaborar conclusions i/o argumentacions o confirmar/posar en dubte hipòtesis en base a les evidències o dades relacionades amb la teoria. Per exemple, interpretar per què quan una variable creix, l'altre decreix).

Tasques de caràcter avaluatiu (com l'avaluació de la qualitat de les dades o la valoració de les conclusions en funció de les proves que les fonamenten) són proposades en molt menor grau per la literatura, però les considerem clau dins la competència d'ús de proves. Processos com identificar relacions causa-efecte en els arguments sobre models, avaluar els enuncisats en base a proves, reconèixer que les conclusions i enuncisats científics han d'estar justificats, i tenir en compte criteris d'especificitat, suficiència i fiabilitat en l'avaluació de proves (Jiménez-Aleixandre, 2010) són demandes de tipus avaluatiu que promouen la formació de persones crítiques i que requereixen comprendre tota la complexitat del procés científic per tal de realitzar-les amb èxit. Les tasques avaluatives, doncs, són habilitats cognitives considerades d'ordre superior (HOTS), segons la taxonomia de Bloom (1953), i per tant es poden considerar que totes elles són de tipus *minds-on*.

Tot i que la majoria d'autors del nostre marc teòric no mencionen la identificació de processos d'ús de proves (tasques literals) com a part de la competència nosaltres hem considerat adient incloure aquest tipus

de demandes de caràcter literal dins la nostra categorització, en base a l'anàlisi de les activitats d'aula fet i a la taula de classificació d'activitats d'ús de proves proposada pel grup COMPEC (veure Annex 1). Les demandes de caràcter literal requereixen identificar/diferenciar alguna de les tasques o elements que componen el procés científic, com les proves en les que es basa una conclusió, les hipòtesis que es proposen per a una investigació, etc. Les tasques de tipus literal, tot i ser diferenciades de la resta, estan en certa manera implícites en la resta de tasques (procedimentals, interpretatives i avaluatives), sobretot les que són de tipus *Minds-on*, ja que una persona que pot, per exemple, planetjar una hipòtesi, interpretar unes proves o avaluar unes conclusions, amb més facilitat podrà identificar i diferenciar una hipòtesi, una prova o una conclusió.



Gràfic 2: Tipus de demandes d'ús de proves segons el caràcter de l'activitat: Literal, procedimental, interpretatiu i avaluatiu (En vermell: processos *Hands-on*. En blau: processos *Minds-on*)

Al gràfic 2 es presenten els 4 tipus de demandes proposats segons el caràcter de l'activitat. Les de caràcter procedimental i interpretatiu (en color verd i lila, a l'esquerra del gràfic) impliquen realitzar alguna tasca del procés científic, en canvi, les de caràcter literal i avaluatiu (colors groc i taronja, a la dreta del gràfic) demanen identificar o avaluar algun d'aquests processos que ja ve donat.

Tant les demandes procedimentals com les interpretatives poden ser de tipus "hands-on" com "minds-on" (colors vermell i blau respectivament), segons si requereixen d'habilitats de pensament d'ordre superior o no.

Les demandes de tipus literal i avaluatiu s'han considerat totes de tipus "minds-on", ja que la capacitat de identificar/diferenciar processos i la capacitat d'avaluar processos, a part de requerir la incorporació d'un coneixement previ (no es pot diferenciar una hipòtesi d'una prova ni avaluar unes conclusions si no es té un marc teòric), són habilitats cognitives considerades d'ordre superior (HOTS), segons la taxonomia de Bloom (1953).

4.2.2. Graella de categorització i definicions

En funció de la combinació de les dues variables prèviament descrites (model didàctic i caràcter de l'activitat), s'han definit 6 grans demandes respecte l'ús de proves que s'inclouen en les activitats que dissenyen o analitzen els professors, dues de tipus *Hands-on* i quatre de tipus *Minds-on*:

§ 1.M. Identificar i diferenciar elements per obtenir proves i elements darrere les conclusions (literal)

§ 2.H. Obtenir/presentar dades (procedimental)

§ 2.M. Pensar processos per obtenir proves (procedimental)

§ 3.H. Extreure informació directa de les dades (interpretatiu)

§ 3.M. Elaborar conclusions a partir de les proves (interpretatiu)

§ 4.M. Avaluar la qualitat de les dades i les conclusions (avaluatiu)

A continuació es presenta la graella de categorització (Taula 3) de les demandes d'ús de proves. A cada model didàctic se li ha atorgat un color de font (vermell per *Hands-on* i blau per *Minds-on*) i a cada caràcter de l'activitat, un color de fons (groc, verd, lila i taronja).⁵

		Model didàctic	
		Hands-on (H) Habilitat experimental (món empíric)	Minds-on (M) Habilitat cognitiva (relació entre món empíric i teòric)
Caràcter de l'activitat	Literal (1) Per identificar proves		1.M. Identificar i diferenciar elements per obtenir proves i elements darrere les conclusions 1.1.M. Identificar i diferenciar elements proposats per obtenir proves: preguntes/problemes proposats per obtenir proves, hipòtesis proposades per a una pregunta d'investigació, i procés experimental proposat per obtenir proves 1.2.M. Identificar i diferenciar elements que hi ha darrere unes conclusions: teories/models i dades/proves
	Procedimental (2) Per obtenir proves	2.H. Obtenir/presentar dades 2.1.H. Obtenir dades per mitjà d'un experiment empíric o a través d'altres fonts d'informació 2.2.H. Presentar dades: Organitzar dades, representar-les o fer càlculs	2.M. Pensar processos per obtenir proves 2.1.M. Proposar preguntes d'investigació que es poden respondre amb proves 2.2.M. Plantejar possibles hipòtesis per a una pregunta d'investigació 2.3.M. Dissenyar procés experimental o identificar fonts d'informació per obtenir proves
	Interpretatiu (3) Per interpretar proves	3.H. Extreure informació directa de les dades 3.1.H. Comparar les dades (identificar similituds i diferències, patrons, canvis i especificitats) 3.2.H. Extreure conclusions directes de les dades o escollir entre conclusions directes alternatives	3.M. Elaborar conclusions a partir de les proves 3.1.M. Elaborar conclusions en base a una teoria o escollir entre conclusions alternatives 3.2.M. Confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials 3.3.M. Justificar/argumentar conclusions o aplicar les conclusions a noves situacions
	Avaluatiu (4) Per avaluar proves		4.M. Avaluar qualitat de les dades i les conclusions 4.1.M. Avaluar la qualitat de les dades obtingudes empíricament o d'altres fonts 4.2.M. Avaluar la qualitat de les conclusions proposades (en funció de si estan fonamentades en proves, si hi ha una relació coherent entre les proves i la teoria, o si hi ha suficiència, especificitat i fiabilitat en les proves)

Taula 3: Categorització de demandes d'ús de proves presents en activitats d'aula.

⁵ Aquests colors s'utilitzen al llarg de tot el treball per tal de facilitar la lectura i comprensió de cada demanda.

A continuació es presenten les definicions en detall dels quatre tipus de demandes d'ús de proves (literal, procedimental, interpretatiu i avaluatiu), en forma de taules dels quatre colors prèviament proposats. Cada definició va acompanyada d'un exemple de pregunta d'aula que és representativa de la demanda. Aquestes preguntes s'han extret de les activitats d'aula analitzades. Entre parèntesis s'ha indicat el codi de l'activitat a la qual pertanyen (codis proposats a la taula 1).

Caràcter Literal (1)		
1.M. Identificar i diferenciar elements per obtenir proves i elements darrere les conclusions		
En primer nivell de demanda és de tipus literal i promou processos d'identificació. En les activitats d'aquest nivell, els alumnes no han d'inferir ni integrar cap coneixement, sinó que senzillament han de poder identificar – i també diferenciar – els processos/elements relacionats amb l'ús de proves que es troben explícits en l'activitat, text o informació donada. Considerem que totes les demandes literals són de tipus "Minds-on", ja que requereixen identificar i diferenciar processos que incorporen la teoria.		
Demanda	Definició	Exemple
1.1.M. Identificar i diferenciar elements proposats per obtenir proves: preguntes/problemes proposats per obtenir proves, hipòtesis proposades per a una pregunta d'investigació, i procés experimental proposat per obtenir proves	Requereix distingir aquelles <i>preguntes o problemes</i> que es poden resoldre amb proves i aquelles que no, perquè formen part d'altres disciplines o àmbits del coneixement humà (història, literatura, política, religió, etc.) També es pot demanar ser capaç d'identificar les <i>hipòtesis</i> que es proposen per a una pregunta d'investigació, en forma d'enunciat o afirmació, i distingir-les de les característiques o passos que conformen un <i>procés experimental</i> proposat.	Ex. Identificar preguntes/problemes: <i>Quines preguntes poden ser resoltes obtenint proves i quines no? (P3)</i> Ex. Identificar hipòtesis: <i>Identifica quines afirmacions són hipòtesis. (M3)</i>
1.2.M. Identificar i diferenciar elements que hi ha darrere unes conclusions: teories/models i dades/proves	Cal ser capaç de reconèixer que les explicacions donades estan basades en uns models teòrics concrets i en unes proves obtingudes mitjançant experiments científics, i saber diferenciar les teories i les proves.	Ex. Identificar teories/models: <i>Wöler va fer la primera síntesi a un laboratori. Com ho interpreta Wöler? A què creus que es deu la seva interpretació? (M2)</i> Ex. Identificar dades/proves: <i>Identifica quina és la conclusió Terra i en quines dades es basa. (M4)</i>

Caràcter Procedimental (2)
2.H. Obtenir/presentar dades
2.M. Pensar processos per obtenir proves
El segon tipus de demanda està centrat en el procediment científic necessari per obtenir unes proves, però la tasca pot ser "hands-on" o "minds-on" (H o M). Per una banda, "realitzar els processos o accions

necessàries per obtenir i presentar unes dades” és una tasca “hands-on”, mentre que ser capaç de “pensar els elements i processos necessaris per obtenir les proves desitjades” es considera “minds-on”.		
Demanda	Definició	Exemple
2.1.H. Obtenir dades per mitjà d'un experiment empíric o a través d'altres fonts d'informació	<p>Aquesta demanda no inclou el disseny de l'experiment ni la cerca de fonts d'informació fiables, sinó la realització d'un procediment ja dissenyat i pausat. Realitzar un experiment requereix tenir en compte una sèrie d'aspectes per garantir el rigor científic de l'experiment i la qualitat dels resultats obtinguts: el control de variables, la mida de la mostra, la precisió en les mesures, l'instrument de laboratori/camp utilitzat o el tractament de les errades experimentals.</p> <p>Per altra banda, la recopilació i síntesis d'informació d'altres fonts requereix ser capaç de comprendre la informació recollida, distingir la informació rellevant de la no rellevant, i integrar i sintetitzar les informacions/dades necessàries pel seu tractament i interpretació posterior.</p>	<p>Ex. Experiment empíric: <i>Col·loca una espelma encesa en un recipient gran cobreix-la amb un matràs cap per baix. Col·loca el matràs de manera que quedi O ma queda així encesa dins del matràs. Observa atentament tot el que ocorre.</i>(E2)</p> <p>Ex. Dades d'altres fonts: <i>Per redactar el vostre informe [sobre la opció de calefacció més adequada] podeu utilitzar els apunts i llibre de text, i accedir a internet. Us recomanem, per exemple, la consulta del següent material: [es donen diferents pàgines web] (E3)</i></p>
2.2.H. Presentar dades: Organitzar dades, representar-les o fer càlculs	<p>Aquesta demanda inclou saber presentar i organitzar les dades de manera ordenada i clara, així com ser capaç de representar-les en gràfics adients o en taules, fer càlculs, modificar-les, etc. de manera que es puguin comprendre millor i ser més fàcilment interpretables.</p>	<p>Ex. Presentar i organitzar dades: <i>Amb les dades de les analítiques del Joan i de la Carla, la profe ens ha proposat una activitat per comparar-les [...]: Elaboreu una taula que reculli quines concentracions i de quines espècies surten a les diferents analítiques (C4)</i></p> <p>Ex. Representar dades gràficament: <i>Representa aquestes dades [de distància a la que es troben les estrelles de la Óssa major] en el gràfic inferior, (distància en anys llum). (A1 (p27))</i></p>
2.1.M. Proposar preguntes d'investigació que es poden respondre amb proves	<p>Aquesta demanda requereix reconèixer que no totes les preguntes es poden respondre mitjançant proves, i que hi ha preguntes que formen part d'altres àmbits de coneixement. També cal ser capaç de proposar alguna pregunta o problema d'investigació que sigui interessant, factible i útil, segons els coneixements que es tenen sobre el tema (models teòrics, resultats d'investigacions prèvies o coneixements quotidians) i les</p>	<p>No hi ha cap exemple B2.1. entre les activitats analitzades en aquest treball. Un exemple que proposem: <i>Proposa una pregunta sobre algun fenomen del teu entorn i que puguem investigar nosaltres i respondre obtenint unes proves.</i></p>

	limitacions reals del moment.	
2.2.M. Plantejar possibles hipòtesis per a una pregunta d'investigació	Per plantejar hipòtesis, cal imaginar els possibles resultats que es poden obtenir d'un procés d'investigació, i pensar i fonamentar hipòtesis contrastables. En alguns casos les hipòtesis poden estar basades en teories científiques i en altres casos en coneixements quotidians de l'alumne. De vegades pot suposar formular hipòtesis contràries o alternatives a la pròpia, després d'haver dialogat amb altres companys.	Ex. Plantejar hipòtesis: <i>Fes les teves prediccions sobre si es dissoldran en substàncies. Anota-ho a la taula. (C4)</i>
2.3.M. Dissenyar procés experimental o identificar fonts d'informació per obtenir proves	Cal ser capaç d'identificar quines proves respondran la pregunta d'investigació, imaginar la manera d'aconseguir aquestes proves o elaborar estratègies diverses per la contrastació de les possibles hipòtesis. En el cas de dissenyar un experiment, cal tenir en compte els diversos passos i aspectes necessaris per garantir la qualitat del procés experimental (el control de variables, la mida de la mostra, la precisió en les mesures, l'instrument de laboratori utilitzat o el tractament de les errades experimentals). En el cas d'identificar les fonts d'informació, caldrà escollir les vies d'informació disponibles tenint en compte la seriositat de la persona o institució autora, la validació i contrastació de la informació per altres fonts, etc., per aconseguir un cert grau de fiabilitat.	Ex. Dissenyar el procediment experimental: <i>Inventeu un possible disseny experimental tot indicant què mesuràrieu, com ho faríeu, amb quina h</i> Ex. Identificar les fonts d'informació: <i>Cerca a internet la informació necessària per omplir la fitxa següent [es presenta una taula on s'ha d'escriure la pressió i composició atmosfèrica de la Terra, la Lluna i Mart] (A2(p49))</i>

Caràcter Interpretatiu (3)		
3.H. Extreure informació directa de les dades 3.M. Elaborar conclusions a partir de les proves		
El tercer nivell de demanda és de caràcter interpretatiu. Els processos d'interpretació de dades o de proves requereixen d'inferències per part dels alumnes, ja que han d'extreure informació de les dades, però es diferencien clarament dos tipus d'inferències segons si hi ha incorporació de la teoria o no (H i M). En el cas d'extreure informació directa de les dades (H), es fa una interpretació directa i exclusivament de les dades. En el cas d'elaborar conclusions a partir de les proves (M) es requereix la incorporació de la teoria per la interpretació de les proves (és a dir, poder dir que les dades són prova d'alguna cosa). En aquest segon cas, els alumnes han de posar el seu coneixement en acció (els models científics, el coneixement quotidià, etc.) i relacionar-lo i integrar-lo adequadament amb les proves per poder arribar a elaborar conclusions fonamentades.		
Demanda	Definició	Exemple
3.1.H. Comparar les dades (identificar)	Requereix una interpretació directa i específica de les dades, sense integració	Ex. Comparar dades: <i>Compareu les dades de la pressió atmosfèrica</i>

similituds i diferències, patrons, canvis i especificitats)	de la teoria o de models científics. En aquest procés inicial d'anàlisi de dades, la interpretació és superficial i bastant senzilla: cal simplement identificar similituds i diferències, patrons, canvis i especificitats en les dades presentades.	<i>superficial i la composició atmosfèrica de la Terra, la Lluna i Mars. Quines són les diferències més significatives?(A1 (p50))</i>
3.2.H. Extreure conclusions directes de les dades o escollir entre conclusions directes alternatives	Aquest anàlisi de dades, una mica més profund que la demanda anterior, tampoc requereix la integració de cap coneixement científic concret. Les activitats d'aquest tipus poden demanar la redacció de conclusions o la selecció d'aquelles afirmacions que es poden concloure directament de les dades.	<p>Ex. Extreure conclusions directes: <i>Què us diuen aquestes dades? Surt el ... Llavors, què fa? (A2 (p84))</i></p> <p>Ex. Escollir entre conclusions directes: <i>Quines de les següents es poden concloure amb les dades que tenim? A) que els sorolls 10 dB per sobre del límit màxim causen pèrdues d'oïda. B) que els sorolls de 10 dB per sobre del ... # que els sorolls de 10 dB per sobre del límit es donen a les fàbriques. D) que els sorolls de 10 dB estan per sobre del límit permès. (P2)</i></p>
3.1.M. Elaborar conclusions en base a una teoria o escollir entre conclusions alternatives	<p>En aquest cas es demana ser capaç d'interpretar les dades obtingudes d'un experiment o d'altres fonts d'informació en base a una teoria o model científic determinat, per tal d'elaborar explicacions fonamentades dels fenòmens naturals. En aquest procés d'incorporació de la teoria, les dades es converteixen en proves d'alguna cosa, i per tant es tracta d'un procés clau per a l'assoliment de la competència d'ús de proves. En alguns casos, la interpretació de proves també es pot realitzar a la llum dels resultats d'altres investigacions fetes anteriorment.</p> <p>En el cas ..., és necessari saber organitzar les idees coherentment per poder-les redactar o comunicar oralment. En el cas d'<i>escollir entre conclusions alternatives</i>, cal ser capaç d'identificar les conclusions que relacionen correctament la teoria amb les proves i refutar aquelles que no ho fan.</p>	<p>Ex. Elaborar conclusions: <i>A partir ... o pots dir de la llum que associem a la claror de la lluna? És la lluna un emissor de llum, és a dir, pot generar llum pròpia? (A1 (p43))</i></p> <p>Ex. Escollir entre conclusions alternatives: <i>h ...</i></p> <p><i>Podem pensar en dues explicacions diferents per aquesta pujada: a. Quan ... j ... l ... succeït podràs decidir quines de les dues explicacions de la pujada de ... observats i quina explicació creus que</i></p>

	També es pot demanar, en alguns casos, <i>proposar una conclusió o explicació alternativa a la donada.</i>	Ex. Proposar conclusió alternativa: <i>Pensa si per alguna o vàries explicació alternativa a la proposada (que el crani i els ossos pertanyen a Copèrnic).(E4)</i>
3.2.M. Confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials en funció de les proves i la teoria	La interpretació de proves també pot tenir l'objectiu de <i>confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials</i> , cosa que implica fer-se conscient dels supòsits inicials i validar-los o refutar-los en funció de les proves obtingudes, a la llum de la teoria i dels resultats d'altres investigacions prèvies.	Ex. Confirmar o posar en dubte hipòtesis: <i>Pots comprovar el que has contestat realitzant la pràctica amb el làser i la llanterna, i col·locant les cartolines negres foradades tal i com es planteja en els dos casos anteriors. Coincideix amb el que havies pensat? (A1 (p40))</i>
3.3.M. Justificar/argumentar conclusions o aplicar les conclusions a noves situacions	Aquesta demanda té un nivell de complexitat major a les altres demandes interpretatives, ja que requereix dels processos anteriors i incorpora un pas més: ser capaç de construir un nou coneixement, el qual ha d'estar ben argumentat/justificat, i ser prou abstracte per ser transferible a altres contextos. En primer lloc, <i>justificar/argumentar unes conclusions</i> , implica donar arguments a favor o en contra d'una conclusió, fonamentant-la en les proves obtingudes i els models teòrics que expliquen millor les proves, així com estructurar un discurs coherent que té com a objectiu convèncer/persuadir al receptor (en molts casos un subjecte concret i explícit). En segon lloc, <i>aplicar les conclusions a noves situacions</i> promou interpretar unes proves amb la finalitat de construir un coneixement més abstracte i generalitzable, que permeti formular noves hipòtesis per a nous contextos, comprendre situacions similars o interpretar resultats d'altres investigacions.	Ex. Justificar o argumentar unes conclusions: <i>A partir del que has après sobre les constel·lacions, quins arguments utilitzaries per fer canviar ... cregués en ...</i> Ex. Construir una explicació per aplicar-la a noves situacions: <i>Amb el ... podeu explicar què passa respecte les estacions en les següents imatges? [es presenta una imatge de Barcelona ... (gent abrigada)](A2 (p89))</i>

Caràcter Avaluatiu (4)		
4.M. Avaluar qualitat de les dades i les conclusions		
<p>Per últim, el quart tipus de demanda promou la capacitat d'avaluar críticament la qualitat de les dades (en funció del procediment empíric realitzat o de la credibilitat de la institució), o avaluar la qualitat de les conclusions (en funció de la seva fonamentació en les proves i la teoria). En aquest cas no es demana realitzar cap procés experimental ni interpretar cap prova, sinó donar validesa a les dades obtingudes o a les conclusions resultants de les interpretacions fetes, mitjançant l'avaluació de la qualitat al procediment empíric realitzat o l'avaluació de la qualitat del procés de construcció del coneixement fet (és a dir, la relació entre les proves i les teories científiques).</p>		
Demanda	Definició	Exemple
<p>4.1.M. Avaluar la qualitat de les dades obtingudes empíricament o d'altres fonts</p>	<p>Avaluar la qualitat de les <i>dades obtingudes empíricament</i> requereix d'una comprensió de les metodologies experimentals que utilitza la ciència i valorar el rigor científic dels múltiples processos implicats en el procés empíric: el disseny experimental (la mostra, l'instrument, les variables i el procés dut a terme), la mesura de les dades (les errades experimentals de diferent naturalesa) i el tractament fet a les dades (format, representació, estadística, etc.)</p> <p>En el cas que les <i>dades obtingudes</i>, caldrà valorar la seva qualitat en funció de la credibilitat i la objectivitat de les persones o institucions involucrades.</p>	<p>Ex. Avaluar les dades obtingudes empíricament: <i>Té sentit mesurar la contaminació global? Què passaria si només hi hagués una estació de mesura?</i> (C4)</p> <p>Ex. Avaluar les dades obtingudes d'altres fonts: <i>h</i> <i>estacions de mesura [de nivells de contaminació] dels carrers amb transit als carrers amb jardins?</i> (C4)</p>
<p>4.2.M. Avaluar la qualitat de les conclusions proposades (en funció de si estan fonamentades en proves, si hi ha una relació coherent entre les proves i la teoria, o si hi ha suficiència, especificitat, fiabilitat en les proves)</p>	<p>Avaluar unes conclusions o enunciat donats és el nivell més complex i habitualment més difícil cognitivament, ja que requereix comprendre els processos cognitius implicats en la interpretació de proves i avaluar la relació que s'ha fet de les proves i la teoria en la construcció d'explicacions coherents. Així mateix, cal ser crític, posicionar-se, prendre decisions i donar arguments que fonamentin la decisió presa. Aquesta avaluació es pot fer a un nivell més superficial, <i>en funció de si les explicacions estan basades en proves o no</i>, a un nivell entremig, <i>en funció de si les proves i la teoria</i> (és a dir, avaluant si</p>	<p>Ex. Avaluar conclusions en funció de si estan fonamentades en proves: <i>Intenta identificar les relacions causa-efecte a les que Tandy va donar una explicació. Estan totes sustentades en proves o alguna és una hipòtesis?</i> (M5)</p> <p>Ex. Avaluar conclusions en funció de si hi ha una relació coherent entre proves i teoria: <i>A</i> <i>que el model de daus utilitzat és vàlid sempre? Què passa si canviem el model de</i> <i>o</i> <i>la mostra, la meitat dels daus desintegrats, seria un bon model?</i> (C4)</p> <p>Ex. Avaluar conclusions en funció de si hi ha suficiència, especificitat i fiabilitat en les proves: <i>Consideres que les proves són suficients per identificar les restes trobades</i></p>

	<p>el model teòric escollit explica totes les proves obtingudes) o a un últim nivell més profund, que inclou els dos anteriors, on es demana que s'avaluï la suficiència, la especificitat i la fiabilitat de les proves, característiques necessàries per poder arribar a afirmar que unes dades són prova d'alguna cosa en base a una teoria determinada.</p>	<p><i>amb Copèrnic? Fes una llista de les proves i ordena-les de més a menys fiable, és a dir, de la que et sembli més convincent a la que et sembli menys convincent. Indica en la llista les que consideris més específiques (és a dir que proven que les restes són precisament de Copèrnic) i les menys específiques (per exemple, que sigui algú de la seva època). Si alguna (o més) de les proves no prova que les restes són de Copèrnic, llavors què proven? (E4)</i></p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.2.3. Definició proposada vs. definició de PISA

Les demandes presentades a la graella defineixen i delimiten la nostra visió de la competència d'ús de proves, i tal i com es pot apreciar, la nostra definició de la competència no es correspon per complet a la proposada per PISA (OCDE, 2007, p. 13).

Competències/dimensions de la competència científica segons PISA
<p>1. Identificar qüestions científiques: reconèixer els problemes que es poden explorar científicament, i reconèixer les característiques principals d'una investigació científica.</p> <p>2. Explicar fenòmens científicament: aplicar els coneixements de la ciència en un donada la situació de descriure o interpretar fenòmens científicament i predir els canvis.</p> <p>3. Utilitzar proves científiques</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Interpretar proves científiques i elaborar i comunicar conclusions b. Identificar els supòsits, les proves i els raonaments que sustenten unes conclusions c. Reflexionar sobre les implicacions socials dels avenços científics i tecnològics

La definició de competència científica de PISA (presentada a la introducció del present treball) és la que més es fa servir en la comunitat de Didàctica de les ciències i la que ha inspirat el marc competencial del currículum de Catalunya. La tercera de les 3 competències/dimensions de PISA (Utilitzar proves científiques), la qual havíem considerat com a punt de partida de la nostra definició d'ús de proves, veiem que coincideix amb la nostra definició en alguns aspectes, però en canvi nosaltres hem incorporat altres processos o habilitats que presentem a continuació.

Coincidim en la definició de PISA tant en el punt **a** (*Interpretar proves científiques i elaborar i comunicar conclusions*) com en el **b** (*Identificar els supòsits, les proves i els raonaments que sustenten unes conclusions*). Aquests punts corresponen, respectivament, a les **demandes 3H i 3M** de la graella ("Extreure informació directe de les dades" i "Elaborar conclusions a partir de les proves") i a la demanda **4M** ("Avaluar la qualitat de les conclusions"). Tal i com hem mencionat prèviament, l'elaboració de conclusions en base a proves i l'avaluació d'aquestes són demandes que molts autors han considerat quan parlen de la competència d'ús de proves, de

o d'indagació (Norris, 1985; Gott & Roberts, 2008; Jeong et al., 2006;

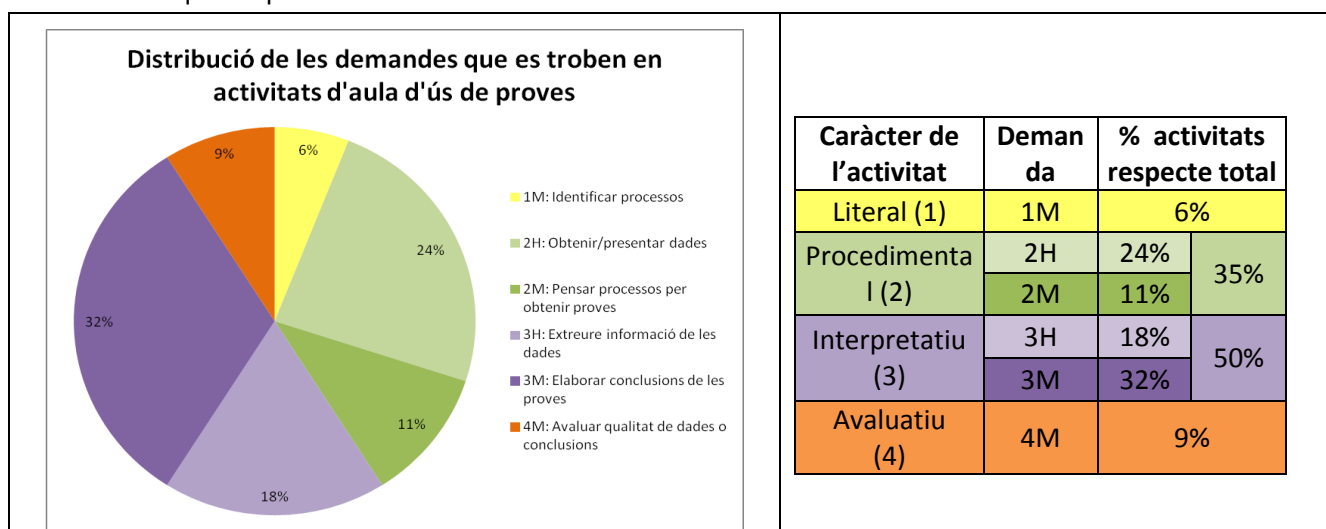
Rodriguez-Simarro, 2011; Jiménez-Aleixandre, 2010). Per contra, en la nostra definició d'ús de proves no incloem el punt **c** (*Reflexionar sobre les implicacions socials dels avenços científics i tecnològics*), ja que tot i que ho considerem de vital importància per l'ensenyament de les ciències, creiem que no correspon específicament a la competència d'ús de proves i cap dels autors del nostre marc teòric ho contempla.

La segona dimensió de la competència científica segons PISA (Explicar fenòmens científicament) no la hem considerat dins la nostra definició d'ús de proves ja que no té relació amb l'ús de proves. En canvi, sí que hem inclòs la primera dimensió de PISA (Identificar qüestions científiques) dins la nostra definició d'ús de proves. Creiem que identificar qüestions científiques, així com altres elements del procés científic (com les hipòtesis proposades per una investigació o les proves que hi ha darrere d'unes conclusions donades) formen una part essencial de la competència d'ús de proves. Això s'ha decidit, tal i com s'ha explicat prèviament, en base al treball dut a terme pel grup COMPEC així com a les demandes que identificades en les activitats d'aula analitzades. Concretament, la primera part de la primera competència de PISA (*reconèixer els problemes que es poden explorar científicament*) equivaldria a la **demanda 1M** ("Identificar i diferenciar elements per obtenir proves"). La segona part de la dimensió (*reconèixer les característiques principals d'una investigació científica*) considerem que es troba implícita a qualsevol de les demandes de la graella, ja que totes elles treballen o es centren en algun aspecte de la investigació científica.

Així mateix, s'han afegit altres demandes no incloses en cap competència científica de PISA i que hem considerat necessàries per completar la definició d'ús de proves, segons els autors del nostre marc teòric i les activitats d'aula analitzades, com la demanda **2H** ("Obtenir/presentar dades"), la **2M** ("Pensar processos necessaris per obtenir proves") i la primera part de la demanda **4M** ("Avaluar la qualitat de les dades").

4.2.4. Demandes promogudes pel professorat expert i no expert en l'ús de proves

Amb l'objectiu de categoritzar les demandes que treballen l'ús de proves, així com per conèixer quines d'aquestes es treballen més a l'aula (Objectiu 1), s'han analitzat les preguntes (un total de 154) incloses en 24 activitats d'aula especialment dissenyades per promoure la competència. A continuació es presenten els resultats obtinguts d'aquest anàlisi, on es mostra quin tipus de demandes es treballen més a l'aula, i en concret, quines demandes són promogudes pel professorat *expert* i pel professorat *no expert* en dissenyar activitats d'aquest tipus.

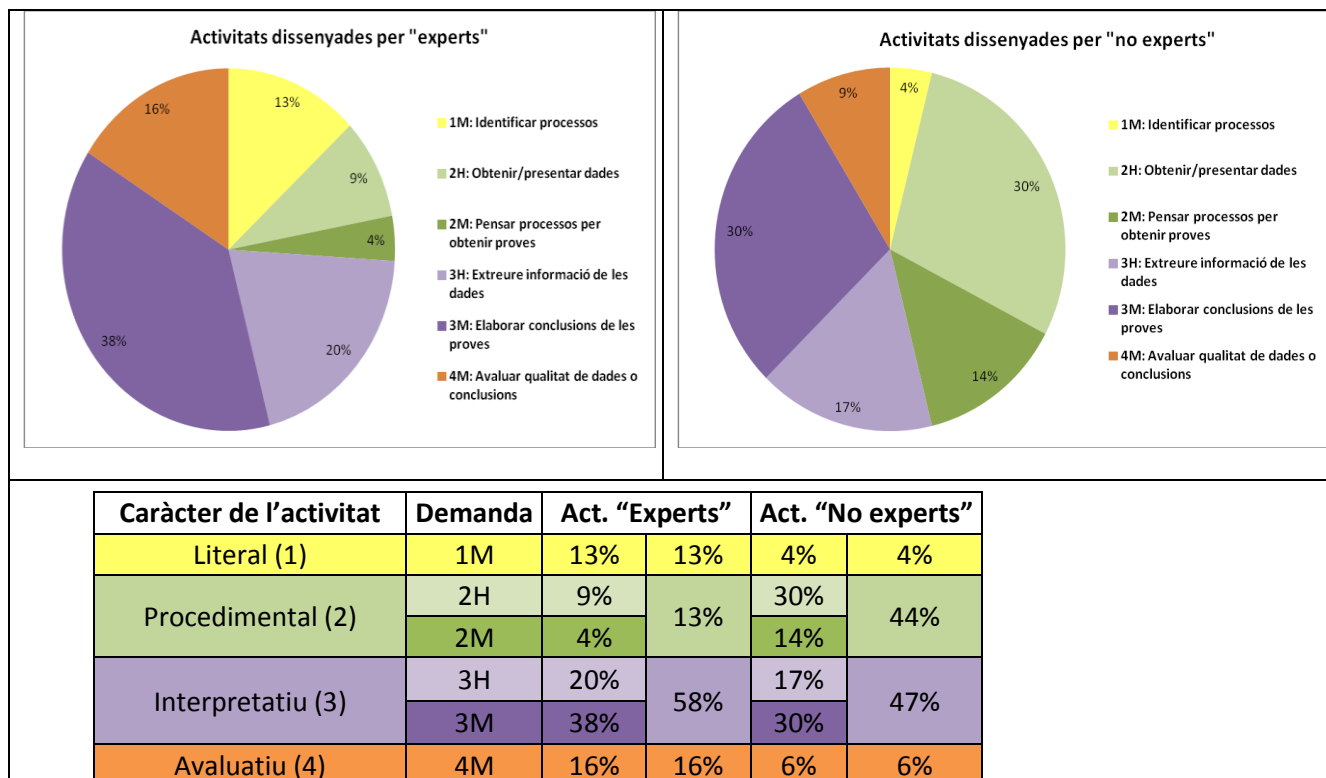


Gràfic 3: Distribució de les demandes d'ús de proves que hi ha a les activitats d'aula analitzades.

Tal i com es pot apreciar, al gràfic 3 es presenta en quina proporció es troba cada demanda en les 154 preguntes d'aula analitzades. Es pot apreciar que la major part d'aquestes activitats promouen demandes de tipus **interpretatiu** (50% del total) i **procedimental** (35% del total). De totes maneres, s'aprecia una diferència entre les dues: la majoria de demandes procedimentals són *Hands-on* (**2H**, és a dir, Obtenir i presentar dades), mentre que les demandes interpretatives són sobretot de tipus *Minds-on* (**3M**, és a dir, Elaborar conclusions de les proves). Per altra banda, però, veiem que les demandes de tipus **literal** i **avaluatiu** estan menys treballades en aquestes activitats – només representen un 6% i un 9 % del total d'activitats d'aula analitzades, respectivament.

En general, es pot dir que el professorat implicat en el disseny d'activitats competencials entén la competència d'ús de proves com la capacitat de presentar unes dades i d'elaborar conclusions a partir de la interpretació de les proves, i per tant, tenen una visió de la competència bastant adient. Ser capaç d'obtenir unes proves i interpretar-les en base a una teoria són processos clau per treballar la competència i entendre que el coneixement està construït i fonamentat en base a proves. Tot i així, el fet que hi hagi poques activitats avaluatives demostra una mancança important si volem treballar la competència de manera completa.

El fet que no hi hagi activitats literals pot ser per diferents motius però entenem que aquestes es treballen de manera indirecta quan es realitzen activitats procedimentals i interpretatives, ja que si algú és capaç d'interpretar una prova amb més raó podrà identificar-la. En canvi, el fet que es treballin molt poc les activitats de caràcter avaluatiu té una clara conseqüència de comunicar una certa visió de la ciència no revisable, o de veritat inqüestionable, la qual no volem, ja que no compleix amb els objectius epistemològics que es refereixen a com sabem el que sabem i per què creiem que les creences de la ciència són superiors o més fructíferes que altres punts de vista alternatius (Duschl & Grandy, 2008a).



Gràfic 4: Distribució de les demandes d'ús de proves que hi ha a les activitats d'aula dissenyades per "experts" i per "no experts".

Quan analitzem per separat la distribució de demandes promogudes pel professorat “expert” i el “no expert”, s’aprecien certes diferències interessants a destacar (gràfic 4). En general, podem apreciar que la distribució de les demandes és més equilibrada o està més igualada en els cas de les activitats dissenyades per “experts”, la qual cosa fa pensar que aquests tenen un domini i un coneixement més complert de la competència d’ús de proves, ja que treballen els diferents tipus de demanda de manera força equilibrada.

Cal destacar que els “experts” incorporen la important vessant de l’avaluació, és a dir, la capacitat de jutjar proves, mètodes, etc. Concretament, s’aprecia un alt nombre d’activitats de tipus avaluatiu i literal (un 16% i 13% respectivament) entre els “experts”, comparat amb els “no experts”, on aquestes demandes estan molt poc representades (amb només un 6% d’activitats avaluatives i un 4% literals). Aquest fet ens mostra que les activitats dissenyades pels “no experts” perden qualitat en el procés i aquest professorat té una visió de la competència d’ús de proves força acrítica, ja que no es qüestiona la qualitat dels arguments o de les proves. En canvi, el professorat “expert” és capaç de valorar la importància d’aquestes activitats i les potencia.

Per altra banda, a les activitats dissenyades per “no experts” hi ha un treball molt major de demandes procedimentals (2H i 2M) que en els “experts” (44% dels “no experts” respecte un 13% dels “experts”). En canvi, els “experts” promouen més les demandes de tipus interpretatiu (3H i 3M, amb un 58% d’activitats) que els “no experts” (amb un 47%). Concretament, els professors “experts” promouen processos *Minds-on* interpretatius (3M), amb un 38% de les activitats i els “no experts” donen importància a les tasques *Hands-on* procedimentals (2H), amb un 30% de les activitats (respecte el 9% dels “experts”).

Per tant, el professorat “expert” s’adona que és important treballar la interpretació de les proves (3M, per la elaboració de conclusions, la confirmació d’hipòtesis o la justificació d’aquestes), més que treballar la obtenció de dades (2H, per mitjà de la realització d’experiments o la representació gràfica). El professorat “no expert”, en canvi, dona importància sobretot a la obtenció de dades (2H), tot i que no deixa de banda la interpretació de proves (3M). Això, tot i no estar del tot descompensat, ens indica que el professorat “no expert” encara té una visió de la competència força empirista.

Sorprèn que, en el cas dels “experts”, a diferència dels “no experts”, hi ha un percentatge especialment baix de demandes *Minds-on* procedimentals (2M: Pensar processos per obtenir proves, com plantejar hipòtesis o preguntes d’investigació o dissenyar un experiment), amb només un 4% del total. Això mostra que promoure activitats d’aquest tipus pot ser difícil fins i tot per a professors/investigadors “experts” en la competència.

En conclusió, es pot dir que el professorat “no expert”, a diferència de l’“expert”, té una carència important d’activitats de tipus “minds-on”, especialment d’activitats avaluatives. Aquesta falta de tasques de caire avaluatiu pot presentar problemes quan s’hagin de treballar activitats o temes de ciències que incloguin aspectes controvertits. Si no s’aprèn a avaluar la qualitat d’una afirmació o conclusió en funció de la seva fonamentació en proves es pot adquirir una visió de ciència on els coneixements científics són veritats en sí mateixes, en comptes d’interpretacions, i on les teories existeixen en la naturalesa (Marbà et al., 2009), la qual cosa dificulta que els futurs ciutadans no especialistes en ciències utilitzin la ciència per pensar i encara menys, per actuar.

Considerem, doncs, que caldria promoure i potenciar el disseny d’activitats d’aula que incloguin tasques de tipus avaluatiu, ja que aquestes poden ajudar a promoure una visió de la naturalesa de les ciències que va més enllà de la “ciència com a experimentació”, i considera la ciència com a “construcció i revisió d’una explicació o model” (Duschl & Grandy, 2008a).

5. Objectiu 2: Visió de la competència X₀ g'XY' d'f'c'j Yg' per part del futur professorat

5.1. Metodologia XY`~~D~~ V^Wji `&

5.1.1. Estratègia i instrument de recollida de dades

Amb l'objectiu de conèixer la visió de la competència que té el futur professorat de ciències de secundària s'ha decidit recollir les percepcions d'un grup d'estudiants de Màster de professorat de secundària amb especialitat en ciències, a través d'un qüestionari obert qualitatiu. L'objectiu és avaluar si aquests professors en formació, que suposadament acaben una formació centrada en l'ensenyament de la competència científica, són capaços de reconèixer la competència d'ús de proves, quines demandes de la competència reconeix millor, quines dificultats hi associa i si ho treballa a l'aula o no.

Concretament, la mostra es compon dels 31 estudiants de Màster de professorat de secundària amb especialitat en ciències, de la Universitat Autònoma de Barcelona. Tots els alumnes són llicenciats en alguna de les següents carreres de ciències: química, biologia, geologia, ciències ambientals, farmàcia o enginyeria química. El qüestionari es va passar el dia 18 de maig de 2012, durant la última sessió de màster del curs 2011-2012. Es va fer una breu introducció del qüestionari i els alumnes van respondre al qüestionari en paper. El temps d'execució va ser d'una hora.

Activitat d'aula inclosa al qüestionari

El qüestionari proposat inclou una activitat d'aula (dissenyada per dur a terme amb alumnes de secundària), a la qual es fa referència en les preguntes del qüestionari. Aquesta activitat ha estat seleccionada del llibre de Jimenez-Aleixandre (2010, pp. 62–66) i és una de les activitats analitzades per la construcció de la graella de categorització de demandes d'ús de proves, concretament l'activitat anomenada “Causa de les Infeccions” (M3) (veure taula 1). El text de l'activitat presenta un cas històric famós sobre les malalties infeccioses al segle XIX i la dificultat que suposa intentar canviar les teories científiques del moment, tot i comptar amb proves.

S'ha seleccionat aquesta activitat per diversos motius. Per un costat, es troba inclosa en un llibre validat per la comunitat educativa i de recerca, i ha estat dissenyada per una investigadora experta i amb anys d'experiència en aquest àmbit. En segon lloc, el text inclòs a l'activitat presenta un cas històric real molt interessant i considerem que pot resultar més atractiu i engrescador pel professorat realitzar un qüestionari amb un text de temàtica interessant.

No obstant això, l'activitat seleccionada ha estat modificada amb l'objectiu de fer-la adient pel qüestionari realitzat. Per una banda, s'ha reduït la longitud del text perquè no fos tan llarg, i facilitar així la lectura per part dels professors. Per altra banda, s'han eliminat i modificat algunes preguntes de l'alumnat i s'han afegit

d'altres per tal d'abastir les diverses demandes d'ús de proves presentades a la taula 3 de categorització de les demandes. En total hi ha 6 preguntes per l'alumnat distribuïdes al llarg del text (1A, 1B, 2, 3, 4A, 4B) les quals treballen 6 demandes d'ús de proves diferents (veure Taula 4).

A la Taula 4 es presenta, per a cada pregunta de l'activitat, quina demanda d'ús de proves es fa i per tant, hauria de reconèixer el professorat⁶. Així mateix, es proposa un "nom concret" per a cada demanda, més reduït i específic que el de la graella de categorització, amb l'objectiu de facilitar la lectura i seguiment de les demandes durant l'anàlisi dels resultats del qüestionari:

Pregunta de l'activitat pels alumnes	Demanda d'ús de proves	Nom concret
1. A) Fes un gràfic amb les dades del quadre	2.H. "Hands-on" procedimental. 2.2.H. Presentar dades: Organitzar dades, representar-les o fer càlculs	2H Representar dades
1. B) Digues quina conclusió pots extreure de les dades del gràfic	3.H. "Hands-on" interpretatiu 3.2.H. Extreure conclusions directes de les dades o escollir entre conclusions directes alternatives	3H Extreure informació de les dades
2. Creus que les hipòtesis proposades podien ser les causes del diferent percentatge de morts als pavellons 1 i 2? Per què?	3.M. "Minds-on" interpretatiu 3.2.M. Confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials en funció de les proves i la teoria 3.3.M. Justificar/argumentar conclusions	3M Confirmar hipòtesis (3.2.M) Justificar conclusions (3.3.M)
3. Què faries per saber si existeix alguna relació causal entre qui fa el reconeixement i el diferent percentatge de morts a cada pavelló?	2.M. "Minds-on" procedimental 2.3.M. Dissenyar procés experimental	2M Dissenyar experiment
4. A) En quines dades i en quin coneixement previ es basava Semmelweis per donar aquesta explicació?	1.M. "Minds-on" literal 1.2.M. Identificar i diferenciar elements que hi ha darrera unes conclusions: teories/models i dades/proves	1M Diferenciar teoria i proves
4. B) Tenint en compte això, creus que la seva explicació estava fonamentada? I la hipòtesis del doctor Klin? Justifica la resposta.	4.M. "Minds-on" avaluatiu 4.2.M. Avaluar la qualitat de les conclusions	4M Avaluar conclusions

Taula 4: Demanda d'ús de proves que realitza cadascuna de les preguntes de l'activitat d'aula pels alumnes presentada al qüestionari i nom concret de la demanda atribuït

⁶ D'aquí en endavant s'utilitzaran indistintament els termes "futur professorat" i "professorat" per simplificar i facilitar la redacció i lectura del text.

Instrument de recollida de dades: el qüestionari

El qüestionari consta de 3 preguntes obertes⁷ que fan referència a l'activitat d'aula prèviament explicada i les quals es presenten a continuació:

1. *Què creus que han de saber fer els alumnes per poder respondre a cadascuna de les preguntes?*
2. *Creus que aquesta activitat pot suposar dificultats pels alumnes? En cas afirmatiu, cita alguna de les*
3. *Realitza activitats similars a la que es proposa, a les teves classes? En cas afirmatiu, posa un exemple. En cas negatiu, digues les raons.*

La primera pregunta del Qüestionari fa referència a cadascuna de les preguntes de l'activitat per l'alumnat, ja que es pretén conèixer quines de les demandes d'ús de proves incloses a l'activitat identifica el professorat. Les altres dues preguntes fan referència a l'activitat de l'alumnat en conjunt, ja que pretenen recollir una opinió general de la competència, en quant a les dificultats que hi associen al treball amb ús de proves i al treball d'aula que han fet d'aquesta.

La segona i tercera qüestió no pregunten directament als professors quines dificultats associen al treball de la ni si han treballat a l'aula, sinó que això es pregunta de manera indirecta fent referència al tipus d'activitat presentada. Creiem que preguntar-ho directament no tindria sentit, ja que quan diem el terme "competència d'ús de proves" ens estem referint a tot un marc teòric i a un conjunt de demandes ja definides, les quals el professorat, tot i conèixer-les, no necessàriament les identifica sota el mateix paraigua ves. A més a més, fer referència a l'activitat d'aula proposada al qüestionari quan preguntem per les possibles dificultats o si ho treballen a les seves classes ens permet conèixer també si realment han identificat la competència d'ús de proves a l'activitat o no.

El qüestionari dissenyat inicialment s'ha anat modificant al llarg del procés d'investigació en base als resultats obtinguts de varies proves pilot amb alguns professors de ciències de secundària, fins a obtenir la versió final que considerem adequada i útil per respondre a les preguntes del nostre objectiu 2. Inicialment el text era massa llarg i hi havia masses preguntes, la qual cosa suposava un esforç massa elevat pel professorat. A més algunes preguntes incloses no aportaven informació addicional o no servien per respondre les preguntes de recerca, i per tant s'han eliminat. Per exemple, la pregunta "*Quines s'ha considerat* redundant amb la primera "*Què creus que han de saber fer els alumnes per poder respondre a cadascuna de i es va veure que el professorat es dedicava més a fer una llista de competències prèviament memoritzades que a explicar amb les seves paraules quina competència o habilitat promovia l'activitat d'aula, per tant, es va eliminar.*

A continuació es presenta la versió final del qüestionari completa:

Qüestionari professorat de ciències

⁷ El qüestionari dissenyat i distribuït al professorat conté una pregunta addicional ("*quines competències creus que es* "), la qual s'ha descartat per l'anàlisi i s'ha decidit no d'incloure-la en el present treball perquè no aportava informació rellevant per arribar a respondre a la pregunta de recerca.

Moltes gràcies per participar en aquest estudi. L'objectiu d'aquest qüestionari és recollir les opinions del professorat en relació a una activitat proposada per realitzar a la classe de ciències, amb alumnes a partir de 3er-4rt d'ESO.

Per això, t'agraïríem que llegissis l'*activitat pels alumnes* i responguessis a les *preguntes pel professorat*. Potser et serà útil respondre també a les preguntes pels alumnes.

Activitat pels alumnes

Us presentem un cas que va succeir a l'any 1840. En aquesta època un alt percentatge de dones moria en donar a llum, el que es coneixia com a "febre puerperal". A l'Hospital General de Viena hi havia dos pavellons o sales de maternitat. Un doctor de l'època, anomenat Semmelweis va recollir dades sobre el percentatge de morts als pavellons 1 i 2 de l'hospital. Les dades es resumeixen al quadre següent:

Pavelló/any	1841	1842	1843	1844	1845	1846
Pav. 1: % morts	7.8	15.8	9	8.2	6.9	11.4
Pav. 2: % morts	3.5	7.6	6	2.3	2	2.8

1. A) Fes un gràfic amb les dades del quadre

- B) Digues quina conclusió pots extreure de les dades del gràfic.

En aquella època els metges proposaven diverses hipòtesis per explicar el nombre de morts tan elevat. Aquestes eren, entre d'altres, els terratrèmols, la dieta o l'antiguitat de l'edifici.

2. Creus que les hipòtesis proposades podien ser les causes del diferent percentatge de morts als pavellons 1 i 2? Perquè?

Hipòtesis	Si	No	Per què?
terratrèmols			
dieta			
antiguitat de l'edifici			

Semmelweis va negar que aquestes fossin les causes de la febre, ja que aquestes variables eren iguals en els dos pavellons, i per tant, no explicaven la diferencia de morts entre aquests dos. Per aquest motiu, Semmelweis va examinar quines diferències existien entre els dos pavellons. La gran diferencia que hi havia era que en el pavelló 1, el reconeixement el realitzaven els estudiants de medicina (tots ells homes), mentre que al 2 ho feien únicament dones llevadores.

3. Què faries per saber si existeix alguna relació causal

Preguntes pel professorat

1. Què creus que han de saber fer els alumnes per poder respondre a cadascuna de les preguntes?

1. A)

1. B)

2.

39

<p>les preguntes de l'activitat anterior i les dificultats associades.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; margin-top: 10px;"></div> <p>3. Realitza activitats similars a la que es proposa, a les teves classes? En cas afirmatiu, posa un exemple. En cas negatiu, digues les raons.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-top: 10px;"></div>

Figura 1: Qüestionari distribuït al futur professorat de secundària (Alumnes de màster amb especialitat en Ciències)

5.1.2. Anàlisi de dades

Amb l'objectiu de conèixer les visions del professorat de ciències sobre la competència d'ús de proves, s'han analitzat les respostes dels qüestionaris i categoritzat en funció de l'objectiu de recerca al qual responen.

En una primera part, s'ha fet un anàlisi qualitatiu i quantitatiu del conjunt de respostes de tot el professorat per a cadascuna de les 3 preguntes del qüestionari, amb l'objectiu de conèixer quins percentatges i/o categories hi ha en quant a les següents 3 variables:

- 1) el tipus de demandes identificades
- 2) el tipus de dificultats identificades
- 3) el treball a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves.

En una segona part, s'ha realitzat un anàlisi transversal de les tres variables, per tal d'analitzar a cada professor i veure quines relacions existeixen (si és que n'hi ha) entre el "nivell d'expertesa en reconeixement de la competència ús de proves" i el "tipus de dificultats identificades" (variables 1 i 2) i entre el "nivell d'expertesa en ús de proves" i l'"ús a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves" (variables 1 i 3).

Tant per la primera part de l'anàlisi com per la segona, a cada futur professor/professora se li ha atorgat un número (del 1 al 31), amb el qual ens referim al professorat a partir d'ara i al llarg de la presentació dels resultats i discussió de l'objectiu 2 (veure Annex 6).

A continuació s'explica la metodologia emprada per l'anàlisi fet de les 3 variables prèviament mencionades (la primera part) i de les relacions entre aquestes variables (segona part).

Anàlisi del tipus de demandes identificades

Per tal de conèixer el tipus de demandes que identifica el professorat s'ha realitzat un buidat de les respostes del professorat a la primera pregunta del qüestionari (*Què creus que han de saber fer els alumnes per poder respondre a cadascuna de les preguntes?*) (Veure Annex 7), i s'ha determinat, per a cadascuna de les demandes i per a cada professor, si la identificació s'ha fet **completament, parcialment o no s'ha identificat**, en funció de si les respostes es corresponen amb les demandes prèviament associades a cada pregunta de l'activitat. Per això, s'han identificat i definit quins termes, expressions i idees de les que proposen els professors es poden associar/correspondre amb cadascuna de les demandes d'ús de proves que fan les 6 preguntes de l'activitat.

Les definicions i categorització dels tipus d'activitats que promouen la competència d'ús de proves (objectiu 1) s'ha construït en base a un anàlisi teòric i empíric d'activitats d'aula molt determinat, i per tant fa ús d'un llenguatge específic que pot ser compartit o no pel professorat. L'anàlisi de les respostes ha tingut en compte aquest fet i per tant en certs casos s'han acceptat com a correctes termes o vocabulari diferents als utilitzats en les nostres definicions dels tipus d'activitats (proposades a l'apartat de resultats de l'objectiu 1). Per exemple, l'expressió "discriminar les causes de la malaltia" es considera com una identificació adequada de la demanda 3.2M, és a dir, "Confirmar o posar en dubte hipòtesis inicials", ja que tot i que no utilitza els termes *hipòtesi* o *confirmar*, es pot concloure que el professor es refereix amb les seves paraules a la mateixa idea que nosaltres.

A la taula 5 es presenten els criteris que s'han seguit per a decidir si el professorat ha identificat cadascuna de les demandes de manera complerta, parcial o no s'ha identificat. A l'hora de presentar els criteris (i els resultats) de les identificacions de les demandes, s'ha decidit no seguir l'ordre d'aparició de les preguntes dins l'activitat d'aula, sinó ordenar-ho en funció de la complexitat o nivell cognitiu de les demandes, de menys a més complexes (segons la definició d'habilitats de pensament d'ordre superior o *HOT*, Zohar & Dori, 2003a). Així doncs, en primer lloc es presenten les demandes de tipus *Hands-on* (2H i 3H), i després les de tipus *Minds-on* (1B, 2B, 3B i 4B), seguint també un ordre intern segons el caràcter de l'activitat prèviament establert (és a dir: literal, procedimental, interpretatiu i avaluatiu).

En tots els casos, quan el professorat respon una altra cosa diferent a allò que se li demana (com quan respon a la pregunta de l'activitat com si fos l'alumne) o quan ha deixat la resposta en blanc, la resposta s'ha considerat no vàlida i es presenta en els resultats com a *N.V.*

Identificació de la demanda 2H: Representar dades ("Hands-on" procedimental). (Pregunta 1.A.: Fes un gràfic amb les dades del quadre)		
Sí	Parcial	No
El professorat ha identificat i explicat adequadament dos o més processos relacionats amb la representació gràfica de dades. Aquests són: representar les dades, fer un gràfic, interpretar les dades del quadre, escollir el tipus de gràfic adequat, diferenciar variables (dependent i independent), incorporar llegenda, i utilitzar escala d'eixos adequada al rang de valors donat, etc.	El professorat esmenta de manera parcial o poc clara algun dels termes relacionats amb la representació gràfica.	No ementen cap procés relacionat amb la representació gràfica.
Identificació de la demanda 3H: Extreure informació de les dades ("Hands-on" interpretatiu). (Pregunta 1B: Digueu quina conclusió pots extreure de les dades del gràfic)		
Sí	Parcial	No
El professorat ha mencionat algun dels processos relacionats amb la interpretació directa de les dades, sense integració de la teoria o dels models científics en aquest procés inicial. Aquests processos són: interpretar el gràfic, comparar les dades, identificar similituds i diferències, relacionar les dades, identificar patrons o canvis en les dades, extreure informació de les dades, redacció, explicació, comunicació o argumentació de la interpretació feta.	S'ha mencionat únicament un dels termes de la demanda sense donar més detall o explicació (com interpretar, comparar, etc.) o han mencionat algun terme de la demanda i han inclòs altres processos que no tenen a veure amb aquesta (com validar hipòtesis o comprensió lectora).	No s'ha mencionat cap procés relacionat amb la demanda i/o s'han proposat altres processos que no tenen a veure amb la demanda (com validar hipòtesis, comprensió lectora o conèixer el contingut).
Identificació de la demanda 1M: Diferenciar teoria i proves ("Minds-on" literal). (Pregunta 4.A: "En quines dades i en quin coneixement previ es basava S. per donar aquesta explicació?")		
Sí	Parcial	No
El professorat ha mencionat processos relacionats amb la identificació i diferenciació de les dades, resultats, etc. (obtinguts de l'experiència als pavellons) de la teoria, coneixement previ, etc. que el	S'ha esmentat únicament la idea d'extreure informació o idees del text. Les dades i el coneixement previ són informacions que es troben en el text, però si no s'esmenta la idea de saber diferenciar el tipus d'informació, la	Han identificat altres demandes d'ús de proves (com per exemple, interpretació de dades) o altres competències (com la

Doctor S. tenia anteriorment.	explicació del professorat és parcial.	comprensió del text).
Identificació de la demanda 2M: Dissenyar experiment ("Minds-on" procedimental). (Pregunta 3: "Què faries per saber si existeix alguna relació causal entre qui fa el reconeixement i el diferent % de morts cada pavelló?")		
Sí	Parcial	No
El professorat ha mencionat de manera clara la idea de dissenyar un experiment adequat per tal d'obtenir unes proves.	Processos que considerem inclosos en aquesta demanda, però que significa una identificació parcial, són: planificar experiment, control de variables, comprovar hipòtesis, imaginar la manera d'aconseguir proves, demostrar la causa d'un fenomen, etc.	Han identificat altres demandes d'ús de proves (com comparar resultats, formular hipòtesis, identificar causes pels resultats, representar les dades en un gràfic, etc.) o altres competències (com entendre un text, conèixer els mètodes que utilitza una llevadora, etc.).
Identificació de la demanda 3M: Confirmar hipòtesis (3.2.M) i Justificar conclusions (3.3.M) ("Minds-on" interpretatiu) (Pregunta 2: "Creus que les hipòtesis proposades podien ser les causes del diferent percentatge de morts als pavellons 1 i 2? Per què?")		
Sí	Parcial	No
En el cas de la demanda Confirmar hipòtesis (3.2.M) , s'han mencionat idees relacionades amb "establir una relació lògica o coherent entre les hipòtesis proposades i les dades presentades, per tal de confirmar-les o posar-les en dubte", com per exemple: "relacionar la malaltia amb la hipòtesi i extreure una conclusió", "valorar diferents hipòtesis a partir d'evidències", "discriminar les causes", etc.	S'ha donat una resposta vaga i poc clarificadora (com "saber raonar utilitzant els coneixements i les conclusions extretes") o s'ha mencionat la idea de relació ("saber veure si hi ha relació amb les dades anteriors"), i per tant s'intueix que han identificat la demanda de manera superficial	S'han referit a la necessitat de tenir coneixements teòrics ("utilitzar els coneixements adquirits" o "tenir nocions sobre la dieta") o a altres tipus de competències (com la comprensió del text, llegir taules, etc.). També s'inclouen aquells que per no entendre la demanda, atribueixen la necessitat de més informació per poder respondre (ex: "haurien de tenir nocions sobre la dieta")
En el cas de la demanda Justificar conclusions (3.3.M) , s'ha esmentat algun d'aquests termes: explicació, justificació o argumentació de la decisió presa, o la "fonamentació de la decisió presa en base a unes proves"	Han mencionat termes propers a argumentar o justificar, com "extreure-hi una conclusió".	No han esmentat cap paraula relacionada amb la justificació o fonamentació de la decisió presa.
Identificació de la demanda 4M: Avaluar conclusions ("Minds-on" avaluativa) (Pregunta 4.B: "Tenint en compte això [dades i teoria de S.], creus que la seva explicació estava fonamentada? I la hipòtesi del doctor Klin? Justifica la resposta.")		
Sí	Parcial	No
S'han mencionat processos relacionats amb avaluar explicacions o hipòtesis, diferenciar una explicació basada en proves d'una que no, avaluar la relació que s'ha fet de les proves i la teoria en la construcció	Termes inclosos dins d'aquesta demanda, però que es consideren una identificació parcial, són: posicionar-se, prendre decisions, ser crític i donar arguments que	Han identificat altres demandes d'ús de proves (com raonar la conclusió, argumentar, analitzar les dades, fer hipòtesis, etc.) o altres competències (com tenir coneixements conceptuals,

d'explicacions, o si les hipòtesis proposades expliquen totes les proves obtingudes.	fonamentin la decisió presa.	entendre un text, extreure la informació important, redacció de textos, etc.).
--------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Taula 5: criteris que s'han seguit per determinar el grau d'identificació de les demandes presents a l'activitat del qüestionari: totalment (sí), parcialment o no identificades.

Anàlisi del tipus de dificultats identificades pel professorat

En quant a la segona pregunta del qüestionari (*"Creus que aquesta activitat pot suposar dificultats pels professors de ciències i matemàtiques?"*), s'ha fet un buidat de les respostes donades pel professorat i a continuació s'ha caracteritzat el tipus de dificultats identificades i mencionades, agrupades segons si estan relacionades amb la competència d'ús de proves o amb altres tipus d'habilitats o competències. En concret, s'ha caracteritzat el tipus de demandes d'ús de proves que s'identifiquen com a dificultats i el tipus de competències o tasques (no d'ús de proves) que es mencionen com a possibles dificultats per l'alumnat.

De la mateixa manera que a la primera pregunta del qüestionari, en l'anàlisi de les respostes de la segona pregunta s'ha tingut en compte variacions de vocabulari respecte les definicions estàndards o utilitzades en aquesta recerca, analitzant segons la idea que el professor vol comunicar i no tant analitzant les respostes dels professors de forma literal.

Anàlisi de l'ús a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves

Amb l'objectiu de conèixer el treball de la competència d'ús de proves que ha realitzat a l'aula el futur professorat de ciències (durant les seves pràctiques de Màster a Instituts de Secundària públics que hi col·laboren) s'ha fet un anàlisi de les respostes a la tercera pregunta del qüestionari: *"Realitza activitats similars a la que es proposa, a les teves classes? En cas afirmatiu, posa un exemple. En cas negatiu, digues les raons"*.

En primer lloc hem dividit el professorat entre aquells que afirmen haver treballat a l'aula activitats similars a la proposada i aquells que no. És possible trobar casos en què es respongui afirmativament a la pregunta de si han realitzat activitats similars a l'aula, però que en realitat el professor no hagi treballat l'ús de proves. A través de l'anàlisi de l'exemple d'activitat donat hem determinat si el professorat ha treballat realment la competència d'ús de proves o no, i per tant, també ens indica si el professor ha identificat correctament la competència d'ús de proves en l'activitat o no. A un nivell més profund, s'han categoritzat quin tipus de demandes han treballat aquells que posen activitats d'ús de proves (en concret si són de caire *hands-on* o *minds-on*), i quin tipus de competències han promogut aquells que no han treballat l'ús de proves.

En el cas d'aquells que han respost negativament, s'han analitzat les raons que donen per no haver-ho treballat i així conèixer possibles dificultats o impediments que troba el professorat a l'hora de portar-ho a l'aula. Els motius o raons donades s'han categoritzat en diferents grups.

Anàlisis transversals: relacions entre l'expertesa en ús de proves i el tipus de dificultats identificades, i entre l'expertesa en ús de proves i l'ús a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves

Amb l'objectiu de determinar si existeix alguna relació entre el grau d'expertesa en la identificació d'ús de proves de cada professor i el tipus de dificultats que identifica, així com entre el grau d'expertesa i el treball

que fa a l'aula, s'ha hagut de determinar un nivell d'expertesa de cada professor en funció del nombre de demandes identificades. Per això s'ha fet un anàlisi quantitatiu per cada professor i s'ha especificat un criteri per determinar el **nivell d'expertesa** respecte l'ús de proves. El nivell d'expertesa del professorat s'ha establert de la següent manera (taula 6):

Nivell d'expertesa en la competència d'ús de proves	Nombre de demandes identificades completament
Nivell 1: No expert	De 0 a 2 demandes
Nivell 2: Mig expert	De 3 a 4 demandes
Nivell 3: Expert	De 5 a 7 demandes

Taula 6: Criteri seguit per determinar el nivell d'expertesa del professorat sobre l'ús de proves.

Tal i com s'indica a la taula 6, del total de les 7 demandes que pot identificar el professorat en l'activitat d'aula del qüestionari, aquells professors que identifiquin 2 o menys demandes es consideraran "No experts" en la competència, aquells que identifiquin 3 o 4 seran considerats "mig experts" i els que identifiquin 5 o més, es pot dir que són "experts".

S'han tingut en compte també aquelles demandes identificades parcialment, a les quals se'ls hi ha donat un valor de mig punt o "mitja demanda". Dit d'una altra manera, identificar 2 demandes parcialment té el mateix valor que identificar una demanda completament. Per exemple, un professor que hagi identificat 2 demandes totalment i 2 parcialment tindria el mateix nivell d'expertesa que un altre que hagués identificat 3 demandes completament i cap parcialment, és a dir, un nivell 2 (mig expert).

En quant al tipus de dificultats identificades en l'activitat, s'ha dividit el professorat en 3 grups principals:

- 1) *No identifica ús de proves*: No identifica dificultats d'ús de proves, sinó d'altres competències
- 2) *Identifica només H*: Identifica únicament dificultats de tipus *Hands-on*
- 3) *Identifica M o M i H*: Identifica dificultats de tipus *Minds-on* (o *Minds-on* i *Hands-on*).

En quant al treball realitzat a l'aula, s'ha dividit el professorat en 4 grups o categories:

- 1) *No ho treballen*: el professorat afirma no treballar activitats similars a l'aula, per diferents motius.
- 2) *Treballen altres competències*: el professorat afirma que treballa activitats similars a l'aula però l'exemple que dona no és d'ús de proves. El professorat inclòs en aquest grup, doncs, considerem que no ha identificat la competència d'ús de proves.
- 3) *Treballen només H*: el professorat posa un exemple d'aula on es treballa només demandes de tipus *Hands-on*.
- 4) *Treballen M o M i H*: el professorat posa un exemple d'aula on es treballen les demandes *Minds-on* (o *Minds-on* i *Hands-on*).

A continuació s'han relacionat, per a cada professor, el seu nivell d'expertesa amb el tipus de dificultats que ha associat a l'activitat, i després el nivell d'expertesa amb l'ús a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves, per tal de determinar si existeixen relacions entre el professorat més expert en ús de proves i aquell que identifica més dificultats sobre ús de proves o aquell que ha treballat la competència a l'aula.

5.2. Resultats i discussió

Amb l'objectiu de conèixer quines són les demandes d'ús de proves que identifica el professorat de secundària de ciències, les dificultats que associa a la competència d'ús de proves i el treball a l'aula que fa (Objectiu 2), s'han analitzat les respostes de 31 futures professores i professors de ciències a través d'un qüestionari, el qual inclou una activitat d'aula que treballa les 7 demandes que treballen la competència d'ús de proves (definides a la primera part del present treball, Objectiu 1). Els resultats obtinguts del buidat i l'anàlisi de les respostes es presenten a continuació.

En primer lloc es presenta la identificació de les demandes d'ús de proves que ha fet el professorat (apartat 6.2.1.), en segon lloc les dificultats que hi associa a la realització d'activitats d'ús de proves (apartat 6.2.2.) i en tercer lloc el treball que ha fet d'activitats competencials d'ús de proves a l'aula (6.2.3.).

Finalment (apartat 6.2.4.) es mostren i discuteixen les possibles relacions que es donen entre:

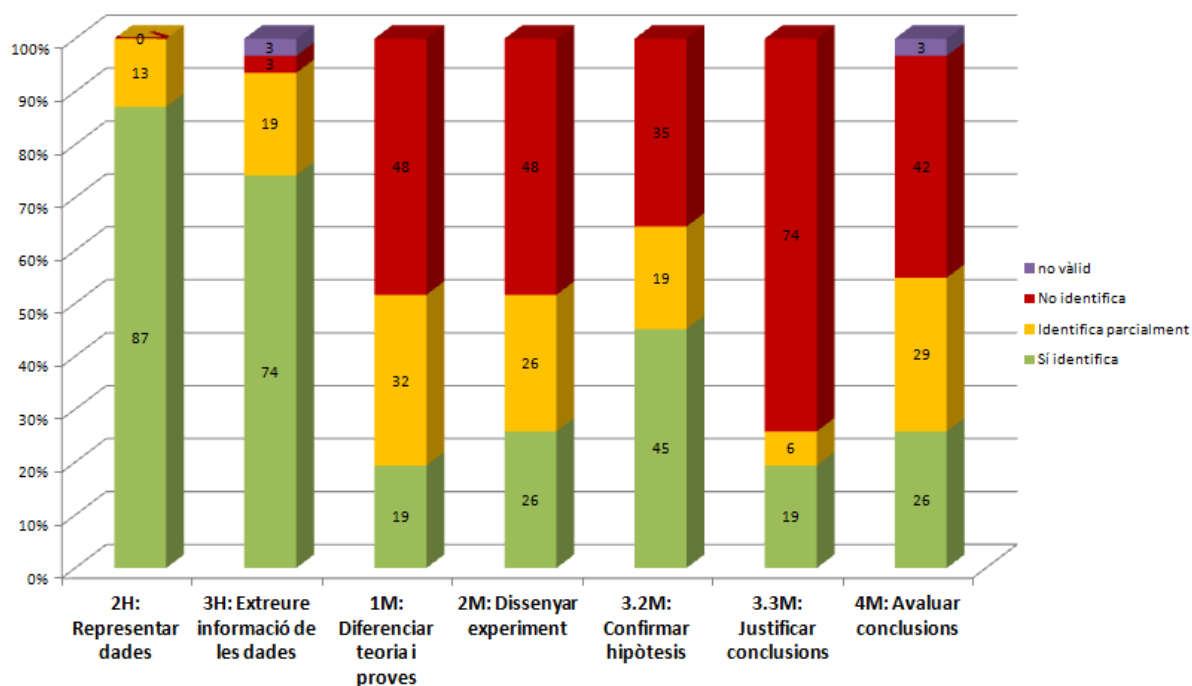
- el nivell d'expertesa del professorat en la identificació de la competència d'ús de proves i el tipus de dificultats sobre ús de proves identificades, i
- el nivell d'expertesa del professorat en la identificació de la competència d'ús de proves i el treball de la competència fet a l'aula.

5.2.1. Identificació de les demandes d'ús de proves

Després del buidat i anàlisi de les respostes del professorat per a la primera pregunta del qüestionari (veure Annex 7), s'ha determinat si aquest ha identificat totalment, parcialment o no identificat cadascuna de les demandes que treballen la competència d'ús de proves a l'activitat d'aula del qüestionari. A continuació es mostren els resultats:

Demanda		Identifica?			
		Sí	Parc	No	N.V.
2H (Hands-on procedimental)	Representar dades	87%	13%	0%	
3H (Hands-on interpretatiu)	Extreure informació de les dades	75%	19%	3%	3%
1M (Minds-on literal)	Diferenciar teoria i proves	19%	32%	48%	
2M (Minds-on procedimental)	Dissenyar experiment	26%	26%	48%	
3M (Minds-on interpretatiu)	Confirmar hipòtesis (3.2.M)	45%	19%	35%	
	Justificar conclusions (3.3.M)	19%	6%	75%	
4M (Minds-on avaluatiu)	Avaluar conclusions	26%	29%	42%	3%

Taula 7: Percentatge de professorat que ha identificat cadascuna de les demandes d'ús de proves presents a l'activitat d'aula del qüestionari



Gràfic 5: Percentatge de professorat que ha identificat cadascuna de les demandes d'ús de proves presents al qüestionari

Anàlisi quantitatiu

Tal i com podem veure al gràfic 5 i a la taula 7, es pot dir el professorat identifica amb molta facilitat les demandes de tipus *Hands-on* (2H i 3H), mentre que les de tipus *Minds-on* (1M, 2M, 3M i 4M) han estat poc identificades. En els extrems trobem que la demanda més identificada és la de *Representar dades* (2H), amb un 87% de professorat que la identifica completament i un 13% parcialment, i la demanda menys identificada ha estat la de *Justificar conclusions* (3.3M), amb només un 19% que l'han identificat totalment, un 6% parcialment i un 74% que no la han identificat.

S'ha de tenir en compte, però, que la demanda *Justificar conclusions* (3.3M) es troba inclosa en la mateixa pregunta que la de *Confirmar Hipòtesis*, 3.2M (veure Qüestionari inclòs a la Figura 1, a l'apartat d'anàlisi de dades de l'objectiu 2). Aquesta presentació conjunta de les dues demandes pot haver propiciat que el professorat s'hagi centrat en la primera part de la pregunta, que feia referència a la demanda *Confirmar Hipòtesis* (3.2M,) i que hagi passat per alt la segona part (3.3M, *Justificar conclusions*), sense respondre res. De fet, la majoria de professors no mencionen res relacionat amb aquesta demanda després d'haver explicat la primera i per tant se'ls ha inclòs en el grup de "no identifica" la competència 3.3M. Això també es corrobora pel fet que pràcticament no hi ha identificacions parcials (només 2 professors, el 6%), a diferència de la resta de demandes. El professorat que ha identificat la demanda 3.3M ho ha fet de conjuntament amb la demanda 3.2M. És per això que hem decidit no prendre aquesta dada com a representativa i discutir només els resultats obtinguts de la resta de demandes. Això s'haurà de tenir en compte en el disseny de l'instrument de recollida de dades d'investigacions futures i incloure només una demanda en cada pregunta del qüestionari, per tal d'evitar errors similars.

Confirmar hipòtesis (3.2M) ha sigut la demanda *Minds-on* més identificada pel professorat, amb un 45% d'identificacions totals, 19% parcialment i 35% no identificades, tot i que es queda lluny de les demandes de tipus *Hands-on*. La resta de demandes de tipus *Minds-on* (*Diferenciar teoria i proves* (1M), *Dissenyar experiment* (2M) i *Avaluar conclusions* (4M)) tenen percentatges d'identificació similars, amb una alta

identificació parcial (al voltant del 30%), menors percentatges d'identificació complerta (al voltant del 20-25%) i un alt nombre de professorat que directament no ha identificat aquest tipus de demandes *Minds-on* (a prop del 50%).

Podem concloure que el professorat té una facilitat molt major d'identificar demandes de tipus *Hands-on* (amb uns percentatges d'identificació al voltant del 80%) que de tipus *Minds-on*, i que en el cas d'identificar les demandes *Minds-on*, aquesta es fa de manera parcial i no complerta (al voltant de 20-40% d'identificació complerta). Això té coherència amb els resultats obtinguts per a l'objectiu 1 del treball, en el qual les activitats dissenyades promouien sobretot demandes de tipus *Hands-on*, sobretot la de *Representar dades* (2H), i aquelles de tipus *Minds-on* eren sobretot interpretatives (3M).

Anàlisi qualitatiu

En quant al tipus de respostes donades, la majoria del professorat ha respòs de manera detalla i amb gran riquesa quan es tracta de demandes de tipus *Hands-on*, especialment en el cas d'identificar la *Representació de dades* (2H), on s'han mencionat termes com: “diferenciar variable dependent de independent”, “saber escollir el tipus de gràfic”, “tenir en compte l'interval i l'escala dels eixos”, “entendre els %, les unitats i els decimals”, etc. En el cas de *Extreure informació de les dades* (3H), la majoria del professorat utilitza el terme “interpretar dades/quadre/informació”, etc. per referir-se a la demanda en qüestió.

En canvi, les demandes de tipus *Minds-on* han suposat més dificultats pel professorat, i aquest menciona en molts casos altres idees o habilitats que no tenen res a veure amb la demanda. En el cas de *Diferenciar teoria i proves* (1M), la major part del professorat menciona la “comprensió lectora” i la “extracció d'idees del text” com les habilitats necessàries per poder dur a terme aquest tipus de tasca.

En el cas de) (2M), es destaquen altres tipus de tasques relacionades amb l'ús de proves, com “comparar dades”, “relacionar causes i efectes”, etc. però pocs professors expliquen l'habilitat de “dissenyar un experiment” amb certa claredat.

En el cas de *Confirmar hipòtesis* (3.2M) el professorat té dificultats a l'hora d'explicar la demanda amb un vocabulari adequat. Es mencionen aspectes com “veure si les causes/hipòtesis es relacionen amb les dades” o “centrar-se en la causa real”, però no es diu de manera clara que cal ser capaç de “confirmar o posar en dubte unes hipòtesis”. També s'utilitzen expressions com “tenir sentit comú”, “usar la lògica”, “respondre amb coherència” o “discriminar causes amb fonament científic”. Veiem doncs, que pel futur professorat de secundària, aquest tipus de demanda requereix de lògica i de sentit comú, i no tant d'un procés cognitiu complex que requereixi la integració d'un coneixement teòric en la interpretació d'unes proves de manera adequada. Per tant, és possible que aquest futur professorat consideri que aquesta demanda no cal treballar-la a classe ja que no hi ha res a ensenyar (el sentit comú es té o no es té).

Per últim, en el cas d'*Avaluar conclusions* (4M) alguns parlen d’“argumentar” o “justificar”, i altres mencionen idees com “reconèixer el mètode científic” o “raonar científicament”. En ambdós casos es pot apreciar que el professorat s'apropa a la idea d'avaluació però no la identifica realment. Alguns professors ressalten sobretot la idea de tenir una “actitud crítica” o “lògica”, però aquesta idea expressa només de manera parcial/superficial la demanda d'avaluar unes conclusions en funció de si aquesta està fonamentada en proves

En general i al llarg de totes les demandes hi ha una part del professorat que posa de relleu la importància de tenir coneixements sobre el contingut, com les malalties infeccioses o els patògens, la qual cosa mostra

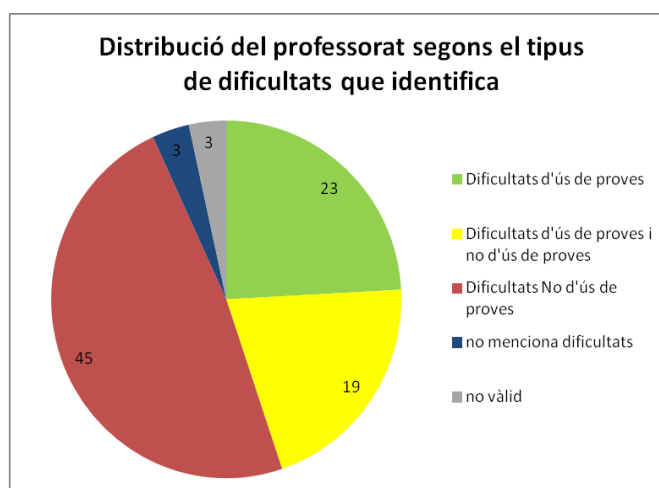
que el professorat es queda només amb la temàtica i no identifica que l'activitat requereix posar en marxa la competència d'ús de proves i no cap tipus de coneixement teòric. Això es correspon amb l'estudi dut a terme per Boudamoussi i Pintó (2009) en el què el professorat confon la competència científica amb el coneixement del contingut científic. En altres casos consideren que l'alumnat hauria de tenir més informació per poder respondre allò que se li demana, la qual cosa demostra que el professorat no ha entès la pregunta per l'alumnat i per tant tampoc ha identificat la demanda que se li fa.

5.2.2. Tipus de dificultats identificades

Després del buidat i anàlisi de les respostes del professorat per a la segona pregunta del qüestionari (veure Annex 8), s'han determinat els tipus de dificultats que el professorat ha identificat que pot tenir l'alumnat a l'hora de realitzar una activitat que promou la competència d'ús de proves.

S'ha classificat el professorat segons si identifica dificultats en relació a l'ús de proves, si identifica dificultats d'altres competències o habilitats (no ús de proves), si identifica dels dos tipus (d'ús de proves i no ús de proves), si no menciona cap dificultat i si no és vàlid (ha respòs una cosa que no es demanava). Els resultats es mostren a continuació:

Dificultats identificades	Número de professors	% respecte el total
D'ús de proves	7	23 %
D'ús de proves i no ús de proves	6	19 %
No d'ús de proves (d'altres competències)	14	45 %
No menciona dificultats	1	3 %
No vàlid	1	3 %



Gràfic 6: Distribució del professorat segons el tipus de dificultats identificades en una activitat d'aula d'ús de proves

Tal i com s'aprecia al gràfic 6, gairebé la meitat del professorat (un 45%) no identifica cap dificultat relacionada amb la competència d'ús de proves, sinó que identifica altres tipus de dificultats relacionades amb altres competències o habilitats. Per altra banda, un 23% dels professors identifiquen l'ús de proves com a dificultat principal per l'alumnat, i un 19% han identificat l'ús de proves però també donen valor a altres tipus de dificultats.

Aquests resultats mostren que gran part del professorat de ciències (de la nostra mostra) considera que activitats d'ús de proves no suposen dificultats pels alumnes en aquest aspecte, però en canvi sí creu que pot implicar altres tipus de dificultats que no tenen res a veure amb la competència d'ús de proves. Estudis preliminars (Boudamoussi & Pintó, 2009), tal i com s'ha presentat al marc teòric, indiquen que la competència d'ús de proves és la menys identificada i la que menys dificultats hi associa el professorat de ciències de secundària, i per tant els nostres resultats corroboren aquest fet.

Tipus de dificultats d'ús de proves

En relació al professorat que ha identificat dificultats relacionades amb la competència d'ús de proves, podem afirmar que aquest s'ha fixat en alguns tipus de demandes més que en d'altres. Tal i com veiem a la taula 8, les demandes 2H (Representar dades) i la 3M (Confirmar hipòtesis o Justificar conclusions) són aquelles que més menciona el professorat, mentre que la 4M (Avaluar conclusions) no és identificada per cap professor.

Dificultats d'ús de proves	Num. Professors
2H: Representar dades	8
3H: Extreure informació de les dades	2
1M: Diferenciar teoria i proves	2
2M: Dissenyar experiment	5
3M: Confirmar hipòtesis/Justificar conclusions	8
4M: Avaluar conclusions	0

Taula 8: Tipus de dificultats d'ús de proves que identifica el professorat

Els professors que mencionen la demanda 2H (Representar dades) com a principal dificultat per l'alumnat han utilitzat expressions com: “decidir on situar les variables d'estudi segons independent/dependent” o “representar les 2 entrades de dades”. Així com havíem vist que aquesta és la demanda més identificada pel professorat (veure gràfic 5, apartat 6.2.1.), també és a la demanda a la que s'associen més dificultats. Això mostra que el professorat dona molta importància a demandes de tipus *Hands-on* i és coherent amb els resultats obtinguts en recerques similars, on s'afirma que aquelles competències més difícils d'identificar són també aquelles a les que menys dificultats s'hi associen (Boudamoussi & Pintó, 2009).

Per altra banda, de la demanda 3M es menciona sobretot la 3.2M (Confirmar hipòtesis), utilitzant expressions com “decidir quines són o no les causes de les morts” o “saber perquè els terratrèmols poden tenir relació amb el % de morts”. Podem apreciar que aquesta és també la demanda *Minds-on* més identificada pel professorat (veure gràfic 5). Només en alguns casos el professorat ha relacionat la demanda 3.2M amb l'altra demanda de la pregunta, la 3.3M (Justificar conclusions), utilitzant expressions com “anàlisi i argumentació”, “haver de relacionar les hipòtesis amb unes evidències a l'hora de justificar la resposta”, per la qual cosa es pot concloure que molt pocs han donat importància a la demanda de justificar les conclusions, i aquells que ho han fet ha sigut relacionat-la amb la demanda de confirmar hipòtesis, la qual cosa concorda amb els resultats de l'apartat 6.2.1.

El fet que la demanda 4M no hagi estat mencionada per cap professor demostra una falta de consciència per part del professorat de la dificultat cognitiva i el nivell de complexitat que suposen les tasques de tipus avaluatiu, i per tant, és probable que aquests professors no considerin necessari treballar o promoure aquest tipus d'activitats a l'aula de ciències.

L'avaluació, que inclou processos com la noció de validesa i fiabilitat de les dades (Gott & Duggan, 1996) o criteris d'especificitat, suficiència i fiabilitat en l'avaluació de proves (Jiménez-Aleixandre, 2010), és considerada una habilitat cognitiva d'ordre superior més elevada que les anteriors (Zohar & Dori, 2003a). A més, tenint en compte que els objectius de l'educació inclouen la formació de ciutadanes i ciutadans crítics

que puguin avaluar el coneixement i detectar les contradiccions i inconsistències del discurs (Jiménez-Aleixandre, 2010), considerem essencial incloure i potenciar les activitats de caràcter avaluatiu a l'aula.

Tipus de dificultats no d'ús de proves

En relació a les dificultats mencionades pel professorat que no són d'ús de proves, s'han identificat diverses competències o habilitats (veure taula 9).

Dificultats No d'ús de proves	Num. Professors
Redacció de text justificatiu	2
Comprensió lectora	12
Autonomia	2
Contingut ciències	3
Processos cognitius: pensar, imaginar, etc.	4
Falta de dades	1

Taula 9: Tipus de dificultats No d'ús de proves que identifica el professorat

La majoria de futurs professors de ciències consideren que l'alumnat pot tenir dificultats en processos que no són d'ús de proves, sobretot relacionats amb la comprensió lectora. Es mencionen termes com: "hi ha molt text", "entendre bé les preguntes", "extreure informació important del text". Això pot ser degut a la tipologia de l'activitat inclosa al qüestionari (molt rica en text) però sembla difícil plantejar una bona activitat d'ús de proves sense que hi hagi un enunciat llarg o amb un mínim d'explicació. Moltes de les activitats analitzades (per l'objectiu 1) tenen un enunciat llarg, en part perquè la tasca a realitzar és força complexa i necessita d'una certa explicació i contextualització per tal que l'alumnat compregui la problemàtica i allò que se li demana. Tot i que algunes d'elles, principalment les dissenyades per PISA, tenen un text/enunciat més reduït, també són aquelles que tenen un el nombre de tasques o demandes inferior (una o dues màxim), i per tant, dissenyar una activitat que inclogui diferents demandes d'ús de proves implica necessàriament un mínim de text.

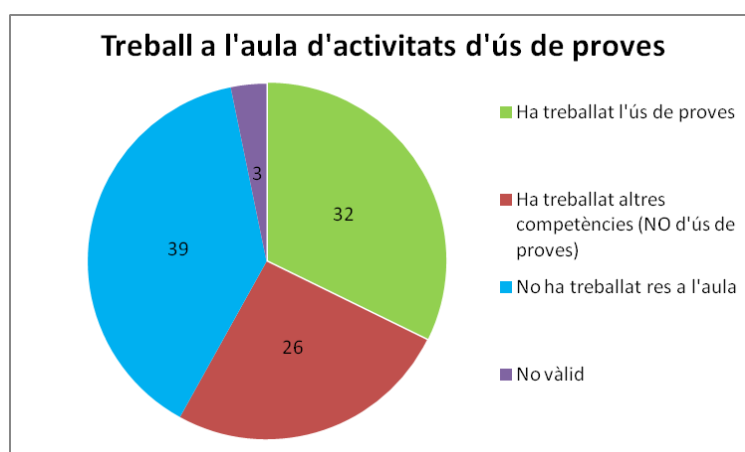
Altres aspectes que el professorat considera com a possibles dificultats són la redacció de textos justificatius, processos cognitius com pensar o imaginar, el coneixement en el contingut de ciències o l'autonomia personal. Algunes expressions donades són: "no tenen prou coneixement", "redacció d'un text justificatiu", "haver de pensar per ells mateixos", "preguntes de raonament que obliguen a fer pensar als alumnes" o "capacitat d'abstracció/imaginació". Tot i que les raons donades són de tipologies diferents, s'aprecia que gran part del professorat considera que la competència és massa complexa i no adient per la majoria dels alumnes (ja sigui per falta de coneixement, de capacitat, d'autonomia, etc.), i per tant aquest professorat probablement no proposarà a les seves classes una activitat que treballi l'ús de proves. Aquesta idea de que l'alumnat no és capaç de realitzar activitats amb aquest nivell de complexitat i nivell cognitiu, corrobora idees prèviament mencionades per altres autors (Zohar & Dori, 2003a), que diuen que gran part del professorat sosté la idea errònia de que només es poden promoure tasques de tipus HOTS amb alumnes d'alt rendiment, i per tant, la resta d'alumnes no podran treballar activitats d'aquest tipus.

5.2.3. Treball a l'aula d'activitats competencials d'ús de proves

Després del buidat i anàlisi de les respostes del professorat per a la tercera pregunta del qüestionari (veure Annex 9), s'han determinat quin ús a l'aula es fa d'activitats competencials d'ús de proves per part del professorat, quines altres competències es treballen i quins són els motius per no treballar-ho. Els resultats es mostren a continuació:

Dels 31 professors que han realitzat el qüestionari, 18 d'ells (58%) consideren que sí han treballat activitats d'ús de proves (o del tipus d'activitat proposada) a l'aula, mentre que 12 d'ells (38%) consideren que no ho han fet.

Tot i així, una vegada analitzats els exemples d'aula que donen, hem vist que dels 18 professors que consideren que han dut a terme activitats d'aquest tipus, només 10 d'ells (el 32% del total) posen un exemple d'activitat realment d'ús de proves científiques, mentre que 8 d'ells (el 26% del total) donen un exemple on no es treballa la competència d'ús de proves sinó altres competències o habilitats (veure Gràfic 7). Això significa que només un 32% del professorat ha treballat veritablement la competència d'ús de proves durant a les seves classes, mentre que el 65% del professorat (26% + 39%) no l'ha treballat a l'aula. D'aquests, s'ha de distingir entre els que treballen altres competències (26%), i per tant demostren que no han sabut identificar la competència d'ús de proves, i aquells que no l'han treballat per diferents motius (39%), els quals es presenten més endavant.



Gràfic 7: Treball a l'aula d'activitats d'ús de proves pel professorat

En quant als exemples d'activitats d'aula que ha donat el professorat que sí treballa la competència d'ús de proves (32%), s'aprecien clares diferències entre els tipus de demandes que es promouen (taula 10).

Demanda d'ús de proves promoguda	Núm. de professors
2H: Representar dades	3
3H: Extreure informació de les dades	7
1M: Diferenciar teoria i proves	0
2M: Dissenyar experiment	2
3M: Confirmar hipòtesis/Justificar conclusions	6
4M: Avaluar conclusions	0

Taula 10: Demanda d'ús de proves promoguda pel professorat a l'aula

Tal i com es mostra a la taula 10, les demandes més promogudes són de tipus interpretatiu, en primer lloc la de tipus *hands-on* (3H: Extreure informació de les dades), i en segon lloc la de tipus *minds-on* (3M: Elaborar conclusions en funció de les proves). També s'han mencionat demandes de tipus procedimental, en menor grau, especialment la 2H (Representar dades). Això té relació amb els dos resultats obtinguts prèviament (apartats 6.2.1. i 6.2.2.) en els quals les demandes de tipus *Hands-on* són les més identificades i a les que s'hi associen més més dificultats, i la demanda 3M és també la demanda *Minds-on* més identificada. Això demostra que aquelles demandes que més identifica el professorat i que més dificultats hi associa són també aquelles que treballa a l'aula, tal i com s'havia vist en estudis anteriors (Boudamoussi & Pintó, 2009).

És especialment rellevant el fet que no trobem cap exemple d'activitat que promogui processos de tipus literal ni cap de tipus avaluatiu. De nou, això té molta coherència amb els resultats obtinguts prèviament en els quals les demandes de tipus literal i les de tipus avaluatiu són difícilment identificades pel professorat i en el cas de les avaluatives, el professorat no hi associa cap tipus de dificultat. És, per tant, coherent que les demandes no considerades difícils pels alumnes no es treballin a l'aula ni se'ls hi doni importància. De totes maneres cal distingir, tal i com hem comentat als resultats de la primera part del treball (Objectiu 1) i al llarg de la segona part (Objectiu 2), les demandes de tipus literal de les de tipus avaluatiu, ja que les primeres estan implícites en els altres tipus de demandes (com les procedimentals i interpretatives), i per tant ja s'enten que es treballen d'alguna manera quan es realitzen aquest tipus d'activitats. En canvi, les demandes de tipus avaluatiu fan un pas més enllà: requereixen d'Habilitats Cognitives d'Ordre Superior (HOTS), fomenten una actitud crítica entre l'alumnat i promouen el desenvolupament d'idees sobre la naturalesa de les ciències, ja que impliquen un qüestionament de les afirmacions o conclusions donades, posant de manifest que el coneixement no és una cosa fixa i immutable, sinó que es basa en les idees i models acceptats en el moment present (Zohar & Dori, 2003a; Duschl & Grandy, 2008a; Jiménez-Aleixandre, 2010). És per tant molt rellevant el fet que no es treballi cap activitat de tipus avaluatiu a l'aula, i per tant caldria donar importància i potenciar el disseny i l'ús d'activitats d'aquest tipus a les classes de ciències.

En quant al professorat que considera que ha treballat activitats similars però dona un exemple d'activitat que no és d'ús de proves (26%), podem concloure que aquest grup de professors no han identificat la competència, i veiem que ha promogut altres tipus d'habilitats o tasques.

Competència No d'ús de proves promoguda	Núm. de professors
Lectura crítica	4
Redacció de text justificatiu/persuasiu	4
Contextualització del contingut	3
Contingut ciències	1

Taula 11: Competències No d'ús de proves promogudes a l'aula pel professorat

El professorat ha treballat, en ordre creixent, el contingut conceptual, la contextualització d'aquest, la lectura crítica i l'elaboració d'un text justificatiu/persuasiu (taula 11). Veiem de nou la importància que aquests futurs professors donen a la lectura i a la redacció de textos. És important tenir en compte que durant el màster de professorat de secundària s'ha treballat la importància de la lectura crítica de textos científics i l'argumentació en ciències, la qual cosa explicaria l'èmfasi que aquests professors li donen a aquest tipus de tasques.

Per últim, del conjunt de professors que afirmen no haver treballat activitats d'ús de proves (o similars a la que es proposa) a l'aula (39%), es donen diversos motius pels quals no ho van fer (veure Taula 12).

Tipus de motius donats per no treballar la competència d'ús de proves a l'aula	Num. de professors
Pel contingut /tema /UD	5
Estructural (temps)	2
Falta de coneixement	2
Tipus d'alumnat	1
Sense motius	3

Taula 12: Motius donats pel professorat per no treballar la competència d'ús de proves a l'aula

Hi ha un alt nombre de professors que el fet de no realitzar activitats d'ús de proves l'atribueixen al contingut, al tema al tipus d'unitat didàctica treballada: “vaig haver de fer el tema dels éssers vius, i és un tema molt conceptual, molt audiovisual i en el que no és necessari fer aquest tipus d'activitats” o “va ser més una UD d'aplicació i l'estructura era diferent”. Això pot ser degut a que no entenen prou el contingut com per treballar-lo competencialment o que directament no saben treballar d'aquesta manera, però també és possible que el tinguin tan clar que veuen que hi ha continguts més propicis que d'altres per treballar-los de manera competencial. Sabem que un tema científic escolar o model a treballar s'ha de vincular amb fets concrets en què es pugui intervenir, que siguin adequats a les possibilitats de formular a classe “hipòtesis teòriques” que es puguin contrastar experimentalment (Izquierdo, 2005). És per això que no tots els temes o models de la ciència escolar requereixen ser treballats o són adequats dur-los a terme de manera experimental o d'ús de proves. Per poder conèixer el motiu pel qual no ho han treballat caldria per tant, conèixer el domini del professorat del contingut de ciències específic de les activitats que mencionen, així com del seu treball competencial a l'aula, però això no ha estat possible en la present recerca per falta de temps ni s'ha considerat adient. Considerem que pot ser interessant una recerca en aquest sentit, que pugui donar resposta a aquesta qüestió.

Altres professors justifiquen no treballar-ho a l'aula per falta de coneixement o expertesa a l'hora de dissenyar una activitat d'aquest tipus: “Falta d'experiència laboral”, o a la falta de temps: “No vaig tenir temps de buscar molt”. Aquest tipus d'arguments mostren en el professorat una falta de responsabilitat en aquest aspecte, que no vol dir falta d'interès, sinó que les raons o motius que dona són externs a un mateix i l'impossibiliten, encara que ell/a vulgui, realitzar una activitat d'aquest tipus. Caldria saber, també en aquest cas, a què es refereixen exactament amb aquest tipus d'expressions.

Un professor destaca clarament la impossibilitat dels seus alumnes en dur una tasca d'aquest tipus: “uns alumnes amb moltes dificultats d'aprenentatge i poc hàbit escolar m'ha obligat a pensar en un altre tipus d'activitats”. Aquesta és una idea que ha sortit a l'apartat anterior (6.2.2.) i que en aquest cas s'expressa de manera explícita: el professorat creu que realitzar tasques de pensament d'ordre superior només és apropiada per a estudiants d'alt rendiment, tot i que s'ha demostrat que alumnes de baix rendiment aconsegueixen millores significatives en aquest àmbit quan se'ls estimula adequadament (Zohar & Dori, 2003a).

5.2.4. Relació entre l'ús de proves i la identificació, les dificultats associades i el treball a l'aula

Amb l'objectiu de conèixer si existeix alguna relació entre el grau d'expertesa del professorat en la identificació d'ús de proves i les dificultats que hi associa al treball a l'aula, així com si ho treballen o no a l'aula, s'ha determinat un nivell d'expertesa per cada professor (variable 1), i unes categories segons les dificultats identificades (variable 2) i segons el treball competencial d'ús de proves a l'aula (variable 3).

Els resultats obtinguts per a cadascuna de les variables s'han integrat en una sola taula (Taula 13):

- **Variable 1 (color groc): Identificació de cada demanda i expertesa en ús de proves:** S'ha determinat, per a cada professor, un nivell d'expertesa (de l'1 al 3, última columna d'aquest bloc) segons el nombre d'identificacions complertes (*sí*, en verd) i parcials (*parcial*, en taronja) que ha fet de cadascuna de les demandes incloses a l'activitat d'aula. Al nivell 1, considerat "No expert", se li ha atorgat el color vermell. Al nivell 2, considerat "Mig expert", se li ha donat el color groc. Al nivell 3, considerat "Expert", el color verd.

- **Variable 2 (color taronja): Dificultats associades:** S'han classificat les dificultats segons si són sobre la competència d'ús de proves (primera columna) o no d'ús de proves (segona columna). Per a cada cas, s'especifica quin tipus de demanda es menciona en relació a l'ús de proves (en verd) i quin tipus de competència es menciona quan no es tracta d'ús de proves (en vermell).

- **Variable 3 (color blau): Treball a l'aula:** S'han classificat els professors segons si afirmen que han treballat activitats d'ús de proves a l'aula (primera columna) o si afirmen que no (segona columna). Dels professors que afirmen haver-ho treballat s'han diferenciat entre aquells que realment treballen la competència d'ús de proves (en verd), on s'ha especificat quin tipus de demanda en relació a l'ús de proves treballen, i aquells que treballen altres competències que no són d'ús de proves (en vermell), on s'ha especificat quines són aquestes competències/habilitats. Dels professors que no ho han treballat a l'aula (segona columna), s'han categoritzat els motius donats per no fer-ho.

A continuació es presenta la taula que recull els resultats obtinguts per a les tres variables i pels 31 professors analitzats (taula 13):

Prof	1. Identificació de cada demanda i expertesa en ús de proves								2. Dificultats		3. Treball a l'aula	
	2H	3H	1M	2M	3.2.M	3.3.M	4M	Nivell exp. (1-3)	Ús de proves	No ús de proves	Sí	No
1	sí	no	parcial	parcial	no	no	sí	2	2H 3M	redacció	2H 3M	
2	sí	sí	parcial	Sí	sí	no	no	2	2H	lectura		estructural
3	parcial		sí	Sí	sí	no	parcial	2		lectura	2M	
4	sí	sí	no	no	sí	no	no	2	2H 2M	lectura		falta de coneix.
5	sí	sí	no	no	sí	no	no	2				
6	sí	sí	parcial	no	sí	sí	no	2		lectura		No dona motius
7	sí	sí	no	no	sí	parcial	parcial	2			3H 3M	
8	sí	sí	parcial	sí	no	no	parcial	2	2M 3M		contingut	
9	sí	sí	no	no	parcial	no	parcial	1	3M			estructural falta con.
10	sí	sí	parcial	no	parcial	no	no	2	3M			Contingut
11	sí	sí	no	sí	sí	no	sí	3	2H 2M	lectura		Contingut
12	sí	sí	no	no	no	no	no	1		Procés cognitiu	contextualització	
13	sí	sí	no	parcial	sí	no	sí	2				Contingut
14	sí	sí	sí	parcial	parcial	parcial	no	2	2H	autonomia	3M	
15	sí	sí	sí	sí	no	sí	sí	3	2H 1M 2M		3H 3M	
16	sí	parcial	sí	sí	parcial	no	parcial	2	3H 1M 2M		2M	
17	sí	sí	no	sí	sí	no	no	2	2H 3M	lectura redacció	redacció	
18	sí	sí	parcial	no	no	no	no	1		procés cognitiu	2H 3H	
19	sí	parcial	parcial	no	no	sí	no	2		contingut		Tipus d'alumnat
20	sí	sí	parcial	no	no	no		1		lectura	contextualització	
21	parcial	parcial	no	parcial	sí	no	sí	2	2H 3M			Contingut
22	parcial	sí	parcial	sí	sí	sí	sí	3	2H 3H 3M		2H 3H 3M	
23	sí	sí	sí	no	sí	no	parcial	2		Falta dada		Contingut
24	sí	sí	no	no	no	no	sí	2	2M	procés cognitiu	3H 3M	
25	parcial	parcial	no	parcial	no	sí	parcial	2		procés cognitiu	2H 3M	
26	sí	parcial	parcial	no	sí	no	sí	2		lectura	Lectura crítica redacció	
27	sí	sí	sí	no	parcial	no	parcial	2		lectura Contingut	Lectura crítica redacció	
28	sí	sí	no	parcial	no	no	parcial	1		contingut	contextualització	
29	sí	parcial	no	no	no	no	no	1		lectura		No dona motius.
30	sí	sí	no	parcial	parcial	sí	no	2		lectura	lectura crítica	
31	sí	sí	no	parcial	sí	no	no	2		lectura autonomia		No dona motius.

Taula 13: Resultats obtinguts sobre el grau d'expertesa del professorat en la identificació d'ús de proves i les dificultats que hi associa al treball a l'aula, i el treball fet a l'aula del professorat.

A la taula 13 es pot veure com dels 31 professors analitzats, només 3 d'ells es poden considerar *Experts* (nivell 3) en l'ús de proves, i 6 d'ells *No experts* (nivell 1). La major part del professorat (23 professors) es troben en el nivell 2, és a dir, són considerats *Mig experts* en l'ús de proves.

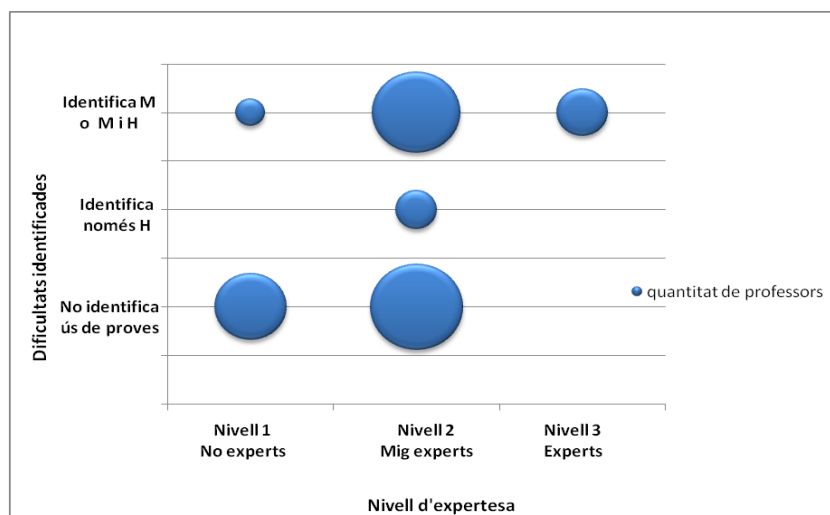
Tal i com havíem vist en els resultats obtinguts a l'apartat 6.2.1. (Identificació de les demandes), pràcticament tot el professorat (més del 90%) identifica completament o parcialment les demandes *Hands-on*. En base a això i a un anàlisi més específic de la identificació que fa cada professor (Taula 13), podem dir que el professorat *No expert* només és capaç d'identificar les demandes de tipus *Hands-on*, el *Mig expert* identifica les demandes *Hands-on* i alguna *Minds-on* i el *Expert* és capaç d'identificar totes (o gairebé totes) les demandes, tant de tipus *Hands-on* com de tipus *Minds-on*.

A continuació es mostren les relacions que es donen entre el nivell d'expertesa del professorat i el tipus de dificultats que identifica (variables 1 i 2, gràfic 8), i entre el nivell d'expertesa i el treball de la competència que fa a l'aula (variables 1 i 3, gràfic 9).

Relació entre el nivell d'expertesa del professorat en l'ús de proves i el tipus de dificultats que identifica

Tal i com ens mostra el gràfic 8, el professorat expert en identificar la competència d'ús de proves reconeix com a possibles dificultats les demandes de tipus *Minds-on* (o *Minds-on* i *Hands-on*), és a dir, aquelles més complexes cognitivament i que són per tant una Habilitat de Pensament d'Ordre Superior, i no hi ha cap professor d'aquest nivell que hagi identificat només les de tipus *Hands-on* o no hagi identificat dificultats d'ús de proves. En canvi, pràcticament tot el professorat *No expert* en l'ús de proves associa les dificultats a altres aspectes o factors que no són l'ús de proves, excepte un únic professor que sorprenentment identifica dificultats *Minds-on*. Això mostra que els professors no veuen la dificultat que suposen aquest tipus d'activitats perquè realment no reconeixen la competència d'ús de proves. El professorat *Mig expert* està distribuït entre els tres nivells d'identificació de dificultats; reconeix dificultats associades tant a l'ús de proves (sobretot les de tipus *Minds-on*, sorprenentment) com a altres factors o competències que no són d'ús de proves.

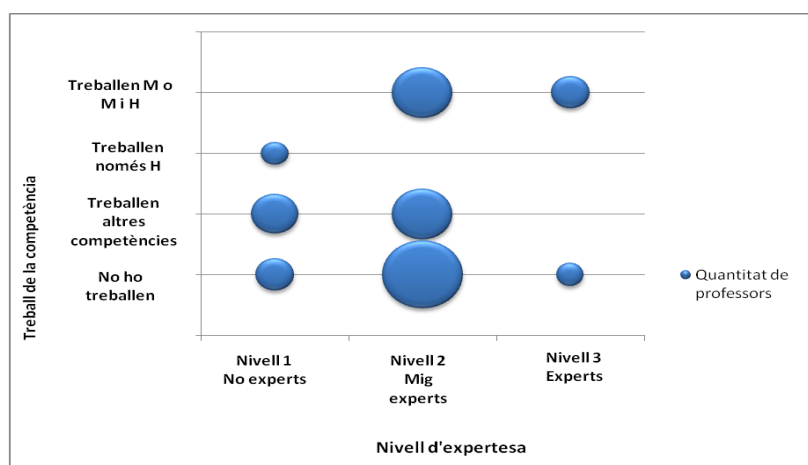
Aquests resultats indiquen que el professorat més expert en identificar la competència d'ús de proves és també aquell que hi sap reconèixer millor les dificultats que suposa realitzar una activitat d'aula que promogui aquesta competència. En canvi, aquells que no veuen dificultats és perquè no reconeixen la competència que es treballa. Això lliga (tal i com s'ha dit en apartats anteriors) amb estudis similars que s'han fet en relació a la visió del professorat sobre les competències científiques (Boudamoussi & Pintó, 2009), on el professorat no sap reconèixer les dificultats associades a activitats d'aula perquè tampoc és capaç d'identificar la competència implicada.



Gràfic 8: Relació entre el nivell d'expertesa i el tipus de dificultats que identifica el professorat

Relació entre el nivell d'expertesa del professorat en ús de proves i l'ús de la competència que fa a l'aula

Quan comparem el nivell d'expertesa del professorat amb el tipus de treball que ha fet a l'aula de la competència, els resultats indiquen que també existeix una relació entre aquestes dues variables. Tal i com veiem al gràfic 9, no ser expert limita a tenir una visió i ús de la competència de tipus *Hands-on* (els que arriben) i majoritàriament es treballen altres tipus de competències que no són d'ús de proves (la qual cosa ens indica també que no identifiquen la competència), i en certs casos no es treballa res. Ser expert en l'ús de proves, en canvi, permet treballar activitats de tipus *Minds-on* (o *Minds-on* i *Hands-on*), però no implica que s'hagi de treballar la competència a l'aula. Veiem a més, que no hi ha cap professor expert es quedi únicament amb una visió *Hands-on* o que no hagi reconegut la competència (i per tant treballin altres competències). En el cas dels Mig experts, veiem que poden treballar demandes *Minds-on*, altres competències o no treballar res a l'aula, però sorprenentment no hi ha cap professor que treballi la competència d'ús de proves des d'un enfoc únicament *Hands-on*. És difícil determinar una causa per a això, però pot ser degut a que justament aquells que la treballen a l'aula són també aquells que han identificat i saben treballar demandes de tipus *Minds-on*. Caldria realitzar un estudi més profund en aquest tema per poder aclarir això, en el qual es determinés l'expertesa del professorat en identificar la competència i s'investigués el tipus de treball real que fa a l'aula d'aquesta.



Gràfic 9: Relació entre el nivell d'expertesa i el treball de la competència que fa el professorat

6. Conclusions

La present recerca pretén conèixer la visió del professorat de ciències de secundària sobre la competència d'ús de proves científiques, la tercera de les tres competències científiques definides per PISA. L'ús de proves és la competència que obté els pitjors resultats en les proves PISA (OCDE, 2007) i en les proves competencials del nostre país (Departament d'Educació, s.f.). A més, estudis previs mostren la dificultat del professorat en reconèixer aquesta competència i en ser conscient de les dificultats que suposa el seu treball a l'aula (Boudamoussi & Pintó, 2009). Aquesta recerca ha intentat fer un pas més en aquest sentit, i plantejem dos objectius principals d'investigació.

Els resultats mostren, en relació a la categorització de demandes d'ús de proves (Objectiu 1), que hi ha diferents tipus d'activitats que treballen la competència d'ús de proves segons el model didàctic promogut (Hands-on o Minds-on) i segons el caràcter de l'activitat (literal, procedimental, interpretatiu i avaluatiu). Hi ha activitats que treballen l'ús de proves de forma únicament experimental (hands-on), mentre que d'altres integren el treball empíric amb els models teòrics (minds-on). El tipus de demandes hands-on i minds-on treballen, doncs, activitats cognitives molt diferents, dins de la mateixa competència d'ús de proves. La principal conclusió que surt de l'anàlisi d'activitats que promouen l'ús de proves és que no es pot parlar d'un únic model d'activitat, sinó que existeix una casuística molt més àmplia i variada del que suggereix l'enunciat "ús de proves", la qual complementa les categoritzacions fetes per altres autors (Gott i Duggan, 1996; Jeong et al., 2006; Jimenez-Aleixandre, 2010). A més a més, el tipus de tasques no sempre corresponen amb les practiques científiques que promouen habilitats de pensament d'ordre superior (argumentar, modelitzar, avaluar, etc). En aquest sentit, activitats més de tipus Minds-on són pràctiques científiques més genuïnes i requereixen d'unes habilitats cognitives d'ordre superior mentre que les anomenades hands-on, tot i ser importants dins la competència, es queden amb un treball més procedimental i per tant, parcial, de la pràctica científica.

En relació al caràcter hi ha diferents tipus de tasques o demandes que es poden realitzar en una activitat d'aula, des de la identificació d'elements relacionats amb l'ús de proves (literal), a l'avaluació de la consistència d'una conclusió en base a les proves (avaluativa), passant pel disseny o realització d'un procés científic (procedimental) o la interpretació de les dades/proves (interpretativa). Donat que els quatre tipus de demandes es complementen entre elles i conformen tot el ventall de possibles tasques en relació a l'ús de proves, considerem que una practica científica complerta hauria d'incloure el major nombre possible d'aquestes demandes. Ara bé, d'entre totes, les demandes avaluatives són les que estan més relacionades amb la pràctica científica de l'argumentació i no treballar-la implica donar una visió incompleta de la indagació (perquè no s'evalua el procés seguit ni el rang de validesa dels resultats i per tant dona una visió acrítica de la construcció del coneixement científic). Per tant, tot i la importància de fer un ús múltiple de les demandes identificades, podem concloure que l'avaluativa és la prioritària.

Les activitats analitzades indiquen que el treball que es fa a l'aula és sobretot de tipus Hands-on procedimental i Minds-on interpretatiu, és a dir, es realitza molt treball experimental i s'interpreten les proves obtingudes en base a unes teories per generar un coneixement o arribar a uns models. Tot i que això no és inadequat, ja que aquests processos són essencials per treballar la competència d'ús de proves,

existeix una carència important de demandes Minds-on i sobretot de demandes avaluatives, cosa que indica que es fa un treball de la competència poc cognitiu i acrític, on no es qüestiona ni s'avalua el coneixement. En l'anàlisi diferenciat de les activitats dissenyades per experts i no experts en el disseny d'activitats d'aquest tipus, s'observa que el professorat no expert es centra en el treball experimental i té una carència en tasques de tipus avaluatiu, mentre que el professorat expert realitza una varietat d'activitats que engloben els diferents tipus de demandes de manera més equilibrada, donant un pes molt major a les avaluatives. Això demostra que l'expertesa en el disseny d'activitats competencials en ús de proves propicia un treball de la competència més complex, complert i equilibrat. Això també ens fa pensar que no n'hi ha prou amb dir que es treballi l'ús de proves com una competència científica que cal promoure, sinó que és molt important donar suport al professorat en dissenyar activitats d'aquest tipus, per tal de que siguin capaços de treballar la complexitat i diversitat d'aquesta competència. Això ens apunta a afirmar que per treballar tota la casuística caldria dissenyar unitats didàctiques complertes en aquest sentit, i no només activitats puntuals que treballin només alguna demanda aïllada.

En relació a la visió del professorat sobre la competència d'ús de proves (l'objectiu 2) els resultats mostren que pel futur professorat de ciències de secundària no és problemàtic reconèixer demandes de tipus Hands-on que es troben en una activitat d'aula especialment dissenyada per treballar l'ús de proves, mentre que tenen més dificultats en identificar qualsevol de les demandes Minds-on. Concretament, al voltant d'un 80% del professorat és capaç d'identificar demandes Hands-on, però les demandes Minds-on són en molts casos no identificades o identificades de manera parcial, i molt pocs professors (entre el 20% i el 40%) arriben a reconèixer completament aquestes demandes. Tenint en compte que les demandes Minds-on són cognitivament més difícils que les anteriors, aquests resultats no són una sorpresa i són coherents amb els resultats anteriors, ja que si al professorat li costa dissenyar activitats que promoguin una visió competencial d'ús de proves de pensament d'ordre superior (minds-on) tampoc sabrà identificar aquells aspectes de la competència que vagin en aquest sentit. Aquests resultats també ens apunten a pensar que inclús si volguéssim o ofertéssim bones activitats d'ús de proves ja dissenyades, això no seria suficient, sinó que el professor necessitarà suport per treballar-les, ja que si en una activitat bona no és capaç d'identificar l'objectiu de l'activitat, encara més li costarà arribar a utilitzar l'activitat en tot el seu potencial.

A més de la dificultat en reconèixer la demanda que se li fa a l'alumne (la qual és molt més profunda del que veuen), el professorat considera que l'activitat és difícil per altres motius, com la longitud i complexitat del text. Tot i que no treiem importància a aquest fet, i sabem que als alumnes els hi costa llegir i comprendre un text científic, el professorat no li dóna prou importància a la dificultat intrínseca d'ús de proves quan se li pregunta per aquest tema. Creiem que si no reconeix aquesta dificultat, mai ho treballarà amb prou èmfasi a l'aula. A més, el fet que considerin la tasca com a massa complexa i no adient per la majoria dels alumnes (ja sigui per la falta de coneixement, de capacitat, d'autonomia, etc.) fa pensar que el professorat no es veurà capaç de dur a terme activitats d'aquest tipus a l'aula.

Els resultats també han corroborat estudis previs (Boudamoussi & Pintó, 2009) que parlen d'una relació entre el reconeixement d'una competència i de les seves dificultats i el treball que es fa a l'aula, ja que hem vist que el professorat més expert en reconèixer la competència d'ús de proves és també aquell que identifica dificultats més complexes cognitivament i aquell que promou una visió de la competència més completa a les seves classes. Tot i això, s'hauria d'aclarir, en futures recerques, com aquests professors implementen realment aquestes activitats a l'aula.

Quan se li pregunta al professorat novell pel treball que han realitzat a les seves classes, tot i que no podem generalitzar perquè es tracta només d'una unitat didàctica implementada a les seves pràctiques de màster, poc professorat ha incorporat la competència d'ús de proves (només un 30%), i els que ho han fet ha sigut sobretot demandes interpretatives. En canvi, les demandes de tipus avaluatiu no han estat treballades a l'aula per cap professor, cosa que mostra una tendència clara a un treball poc crític de la competència d'ús de proves, tal i com indicaven les activitats analitzades a l'objectiu 1 d'aquest treball. Això ens fa pensar que la formació rebuda, tot i ser competencial, sembla ser insuficient respecte aquesta competència. Si considerem que el professorat participant en aquesta recerca acaba de rebre una formació específica en competències i que el professorat en exercici no sempre ha rebut aquesta formació, podem preveure que el coneixement de la competència que té el professorat en exercici pot ser similar o pitjor, tot i que caldrien altres recerques en aquesta línia per tal de diagnosticar la situació i transformar-la.

Per altra banda, el professorat que ha respòs que no ha treballat la competència d'ús de proves a l'aula ho argumenta fent referència al contingut o tema treballat, la qual cosa ens pot indicar dues coses contràries: o el professorat no entén el contingut i per tant li costa treballar-lo competencialment o l'entén tan bé que considera que aquell tema no requereix ser treballat fent ús de la competència d'ús de proves. Seria interessant realitzar investigacions en aquest àmbit per conèixer la causa real d'això.

Per últim, tot i que seria ideal veure l'aplicació real que es fa a l'aula de la competència d'ús de proves, metodològicament ens ha semblat un encert (per la limitació d'aquest treball) utilitzar activitats d'aula, tant per l'anàlisi en l'objectiu 1 com pel disseny del qüestionari en l'objectiu 2, perquè és l'instrument més proper a allò que es farà a l'aula, i en tot cas millor que preguntar directament per la opinió del professorat sobre la competència.

En resum, i per acabar, creiem que és important treballar amb el professorat tots els tipus de demandes incloses a la competència d'ús de proves, així com el disseny d'activitats d'aula concretes i la manera de treballar-les a l'aula, de manera que el professorat compregui la importància i complexitat de la competència d'ús de proves i es senti capaç de portar-la a la pràctica amb el seu alumnat. A més, tenint en compte que els objectius de l'educació inclouen la formació de ciutadanes i ciutadans crítics que puguin avaluar el coneixement i detectar les contradiccions i inconsistències del discurs (Jiménez-Aleixandre, 2010), considerem especialment important treballar i potenciar activitats de caràcter avaluatiu que qüestionin les afirmacions proposades, en base a la qualitat i consistència de les proves que les fonamenten.

7. Bibliografia

- Barrow, L. H. (2006). A brief history of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265–278.
- Bloom, B. (1953). *Taxonomy of educational objectives: Handbook-I. Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Boudamoussi, S. E., & Pintó, R. (2009). Scientific Processes in PISA Tests observed for Science Teachers. *International Journal of Science Education*, 31(16).
- Departament d'Educació. (s. f.). Currículum educació secundària obligatòria. Generalitat de Catalunya.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008a). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Gott, R., & Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791–806.
- Gott, R., & Roberts, R. (2008). Concepts of evidence and their role in open-ended practical investigations and scientific literacy; background to published papers. The School of Education, Durham University, UK.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoria de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 111–122.
- Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27–43.
- Jeong, H., Songer, N. B., & Lee, S.-Y. (2006). Evidentiary Competence: Sixth Graders' Understanding for Gathering and Interpreting Evidence in Scientific Investigations. *Research in Science Education*, 37, 75–97.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Didáctica/ diseño y desarrollo curricular. Barcelona: GRAO.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Gallçastegui, J. R., Eirexas, F., & Puig, B. (2009). *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias* (UE, Proyecto Mind the Gap.). Universidad Santiago de Compostela: Danú.
- Marbà, A., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2009). ¿Qué implica leer en clase de ciencias? *Alambique*, 59, 102–111.
- Norris, S. P. (1985). The philosophical basis of observation in science and science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(9), 817–833.
- OCDE. (2007). PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos.
- OECD. (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1. Analysis.
- Rodríguez-Simarro, C. (2011). *Visions del professorat de ciències sobre el treball experimental a les* (Màster de recerca en didàctica de les matemàtiques i de les ciències). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Sanmartí, N. (2008). Què comporta desenvolupar la competència científica? *Guix*, 344, 11–16.
- Sardà, A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente. El reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 405–422.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003a). Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003b). Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181.

8. Annexos

5bbYl ' %' HU' `U' XY' WugjZVUMCE XY' hdi g' XBWfj jHug' Ua V' dfcj Yg'
dissenyada pel grup COMPEC

Tipus d'activitat amb proves (centrada en...	h
1. IDENTIFICAR PREGUNTES que es poden resoldre amb proves	1.1. Qüestions /problemes <i>actuals</i> es poden resoldre obtenint proves 1.2. Qüestions/problemes <i>històrics</i> que es van resoldre obtenint proves
2. IDENTIFICAR PROVES científiques darrere els enunciats (vs. enunciats no sustentats en proves, com creences, arguments d'autoritat) = avaluar conclusions?	2.1. Proves que hi ha darrera enunciats de coneixement concrets 2.2. Proves (històriques) que sustenten enunciats de coneixement importants (centrals als models)
3. Obtenir/GENERAR PROVES	3.1. Dissenyar un experiment per obtenir les proves necessàries 3.2. Obtenir dades experimentals d'un experiment donat 3.3. Obtenir dades d'altres fonts
4. Operar/INTERPRETAR PROVES per...	4.1. Confirmar/posar en dubte prediccions o hipòtesis inicials 4.2. Escollir entre diferents teories/models/conclusions alternatives 4.3. Elaborar conclusions/Formular explicacions (locals i directes) 4.4. Fer una predicció?
5. AVALUAR PROVES	5.1. Avaluar la qualitat de les proves <i>empíriques</i> en funció de: - disseny experimental (mostra, instrument, procés...) - mesura de dades (errades experimentals) - tractament de les dades (format, estadística, ...) 5.2. Avaluar la qualitat de les proves en funció de: - credibilitat de les institucions/persones involucrades - objectivitat de les institucions/persones involucrades
Debats a partir d'argumentacions basades en evidències	¿¿¿

Annex 2: Activitats PISA (P)

Xampú Fructis (P1)

Discuteix amb el teu company sobre el tipus d'experiments que creus que han fet els científics del laboratori on es fabrica aquest xampú per poder extreure la conclusió de que el xampú fortifica 2 vegades més i que produeix més brillantor.

Et pot ajudar pensar:

- Quines variables han d'haver mesurat? Defineix aquestes variables
- Amb quins instruments ho poden haver fet?
- Amb quina mostra? En quines condicions?



TASCA: Inventeu un possible disseny experimental tot indicant què mesuraríeu, com ho faríeu, amb quina mostra, en quines condicions...

LA FÀBRICA SOROLLOSA (P2)

L'any passat els treballadors d'una fàbrica en la que es produeix molt de soroll (una intensitat de 10 dB per sobre el límit màxim recomanable) van patir pèrdues d'oïda per freqüències agudes de fins a un 20%. Els treballador més grans de 45 anys van perdre més oïda que els treballador més joves. Els treballadors que treballaven a jornada complerta van perdre més oïda que els que treballaven a jornada parcial.

Hi havia alguns treballadors que no van perdre oïda, tant de jornada parcial com complerta.

A partir d'aquestes evidències, es pot concloure:

- que els sorolls 10 dB per sobre del límit màxim causen pèrdues d'oïda
- que els danys a l'oïda depenen del soroll al que s'està sotmès i del temps d'exposició, però no de l'edat dels treballador (joves i grans van perdre oïda)
- que l'exposició a sorolls per sobre dels límits recomanables durant temps curts o llargs no és la causa de la pèrdua d'oïda (hi ha treballadors que no han perdut oïda)
- que no es pot evitar soroll a les fàbriques
- que estar en un lloc amb sorolls per sobre dels límits recomanables pot causar pèrdues d'oïda, amb més probabilitat quan més temps d'exposició estàs al soroll
- que si treballes a una fabrica amb un soroll 10db per sobre el recomanable, 8 hores al dia i tens més de 45 anys, hauràs perdut un 20% d'oïda
- que si estàs sotmès a un soroll d'uns certs decibels (per exemple 10dB), com a màxim perdràs el doble de oïda
- que estar en un lloc amb sorolls per sobre dels límits recomanables pot causar pèrdues d'oïda, amb més probabilitat per majors de 45 anys

Ex. TASCA 1 (resposta múltiple tancada)

Quines de les següents es poden concloure amb les dades que tenim?

- a) que els sorolls 10 dB per sobre del límit màxim causen pèrdues d'oïda

- b) que els sorolls de 10 dB per sobre del límit poden causar pèrdues d'oïda
- c) que els sorolls de 10 dB per sobre del límit es donen a les fàbriques
- d) que els sorolls de 10 dB estan per sobre del límit permès.

Ex. TASCA 3 (oberta)

Escriu possibles conclusions de les evidències presentades.

Ex. TASCA 4 (comunicació)

A partir de les conclusions que puguis extreure de les evidències presentades, escriu un informe destinat a (tria un dels següents):

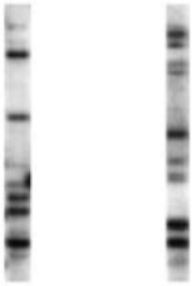
1. Als treballadors, per que coneguin els riscos implicats en aquesta feina i els minimitzin.
2. Els empresaris, per que coneguin els riscos implicats en aquesta feina i prenguin mesures adients.
3. Als investigadors que han realitzat l'estudi, demanant-los quines altres dades haurien de recollir per tal que poguéssim tenir més informació per prendre decisions.

CAPTURAR AL ASSASSÍ (P3)

EMPLEO DEL ADN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UN ASESINO

Smithville, ayer: Un hombre ha fallecido hoy en Smithville después de recibir múltiples puñaladas. Según fuentes policiales, habla señales de lucha y parte de la sangre hallada en la escena del crimen no se corresponde con la sangre de la víctima. Sospechan que dicha sangre pertenece al asesino.

Para ayudar a capturar al culpable, los miembros de la policía científica han elaborado un perfil del ADN de la muestra de sangre. Tras ser comparado con los perfiles de ADN de los criminales convictos que se almacenan en las bases de datos informatizadas, no se ha hallado ningún perfil que concuerde con el de la muestra.



Individuo A **Individuo B**

Foto de perfiles típicos de ADN pertenecientes a dos individuos. Las barras se corresponden con distintos fragmentos del ADN de cada uno de los individuos. Cada persona posee un patrón de barras diferente. Al igual que sucede con las huellas dactilares, los patrones que siguen las barras permiten identificar a las personas.

La policía ha arrestado a un habitante de la localidad al que se vio discutiendo con la víctima el mismo día horas antes. Ha pedido permiso para recoger una muestra de ADN de los sospechosos.

Según el sargento Brown de la policía de Smithville: «Se trata tan solo de extraer una muestra mediante un inofensivo raspado de la cara interna de la mejilla. A partir de esa muestra, los científicos pueden extraer el ADN y conformar un perfil de ADN como los que aparecen en la ilustración».

Dejando a un lado los casos de gemelos idénticos, las posibilidades de que dos personas compartan el mismo perfil de ADN son de 1 entre 100 millones.

Pregunta: CAPTURAR AL ASESINO

¿Cuál de las siguientes preguntas no puede ser respondida mediante pruebas científicas?

- A. ¿Cuál fue la causa médica o fisiológica del fallecimiento de la víctima?
- B. ¿En quién pensaba la víctima cuando murió?
- C. ¿Constituye el raspado de la mejilla una forma segura de recoger muestras de ADN?
- D. ¿Poseen los gemelos idénticos exactamente el mismo perfil de ADN?

Hivernacle (P4)

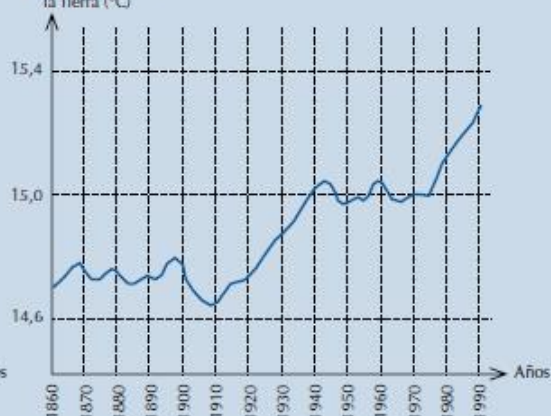
Un alumno llamado André se interesa por la posible relación entre la temperatura media de la atmósfera de la Tierra y las emisiones de dióxido de carbono.

En una biblioteca encuentra los dos gráficos siguientes.

Emisiones de dióxido de carbono
(miles de millones
de toneladas al año)



Temperatura media
de la atmósfera de
la Tierra (°C)



A partir de estos dos gráficos André llega a la conclusión de que es seguro que el incremento en la temperatura media de la atmósfera de la Tierra se debe al incremento de las emisiones de dióxido de carbono.

¿Qué hay en los gráficos que apoye la conclusión de André?

Otra alumna, Jeanne, no está de acuerdo con la conclusión de André. Ella compara los dos gráficos y afirma que hay partes de los gráficos que no apoyan esta conclusión.

Pon un ejemplo de una sección de los gráficos que no apoye la conclusión de André. Explica tu respuesta.

André insiste en su conclusión de que el aumento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra se debe al incremento en las emisiones de dióxido de carbono. Pero Jeanne cree que esta conclusión es prematura. Ella afirma: «Antes de aceptar esta conclusión hay que estar seguros de que otros factores que puedan influir sobre el efecto invernadero sean constantes».

Nombra uno de los factores a los que se refiere Jeanne.

Protectors solars (P5)

Mimi y Dean se preguntan cuál es el producto que proporciona a su piel mejor protección solar.

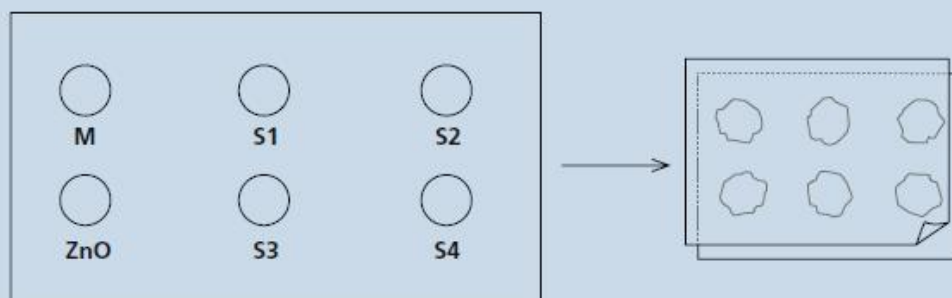
Las cremas de protección solar tienen un *Factor de Protección Solar* (FPS) que muestra hasta qué punto absorbe el producto la radiación ultravioleta de la luz solar. Un FPS alto protege la piel más tiempo que un FPS bajo.

A Mimi se le ocurrió una manera de comparar diferentes productos de protección solar. Ella y Dean reunieron el material siguiente:

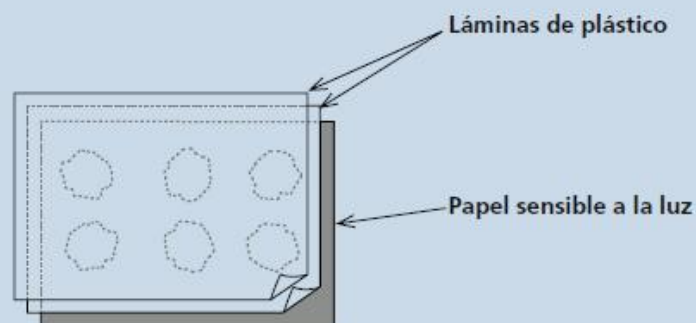
- dos láminas de plástico claro que no absorbe la luz;
- una hoja de papel sensible a la luz;
- aceite mineral (M) y una crema que contiene óxido de zinc (ZnO);
- cuatro productos de protección solar diferentes, que llamaron S1, S2, S3 y S4.

Mimi y Dean también incluyeron aceite mineral, porque deja pasar la mayor parte de la luz, y óxido de zinc, porque bloquea completamente la luz del sol.

Dean colocó una gota de cada sustancia dentro de un círculo marcado en una lámina de plástico y luego puso la segunda lámina de plástico sobre la parte superior. Colocó un libro grande sobre ambas láminas y luego presionó hacia abajo.



Mimi puso las láminas de plástico encima de la hoja de papel sensible a la luz. El papel sensible a la luz cambia de color, de gris oscuro a blanco (o gris muy claro), dependiendo del tiempo durante el cual esté expuesto a la luz solar. Finalmente, Dean colocó las hojas en un lugar soleado.



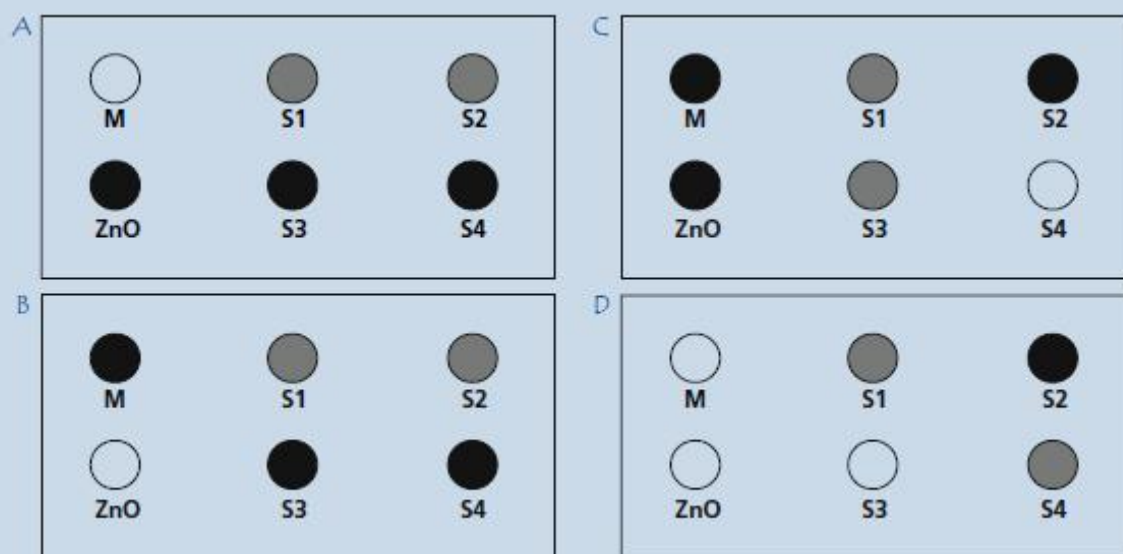
¿Cuál de estas afirmaciones es una descripción científica del papel del aceite mineral y del óxido de zinc al comparar la eficacia de los protectores solares?

- A. El aceite mineral y el óxido de zinc son ambos factores que se están probando.
- B. El aceite mineral es un factor que se está probando y el óxido de zinc una sustancia de referencia.
- C. El aceite mineral es una sustancia de referencia y el óxido de zinc un factor que se está probando.
- D. El aceite mineral y el óxido de zinc son ambas sustancias de referencia.

El papel sensible a la luz es gris oscuro y se vuelve de un gris más claro cuando se expone a la luz solar, y blanco cuando se expone a una luz solar muy intensa.

¿Cuál de estos diagramas muestra un modelo que podría ocurrir? Explica por qué lo eliges.

Respuesta:

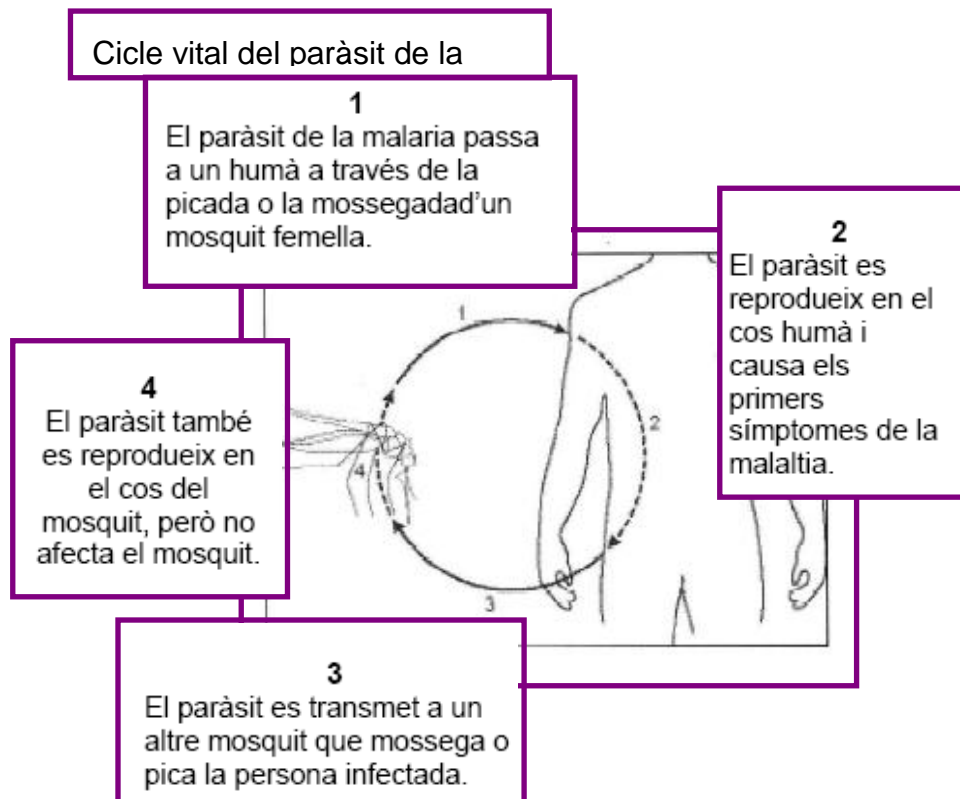


Exemple PISA: LA MALÀRIA (P6)

La malària és la causa de més d'un milió de morts cada any. La lluita contra la malària està actualment en crisi. Els mosquits passen el paràsit de la malària de persona a persona. El mosquit portador de la malària s'ha fet resistent a molts pesticides. A més, els medicaments contra el paràsit de la malària són cada vegada menys eficaços.

A continuació hi ha tres mètodes per impedir la propagació de la malària.

Quina de les etapes del cicle vital del paràsit de la malària (1,2,3 i 4) es veu *directament* afectada per cada un dels mètodes?

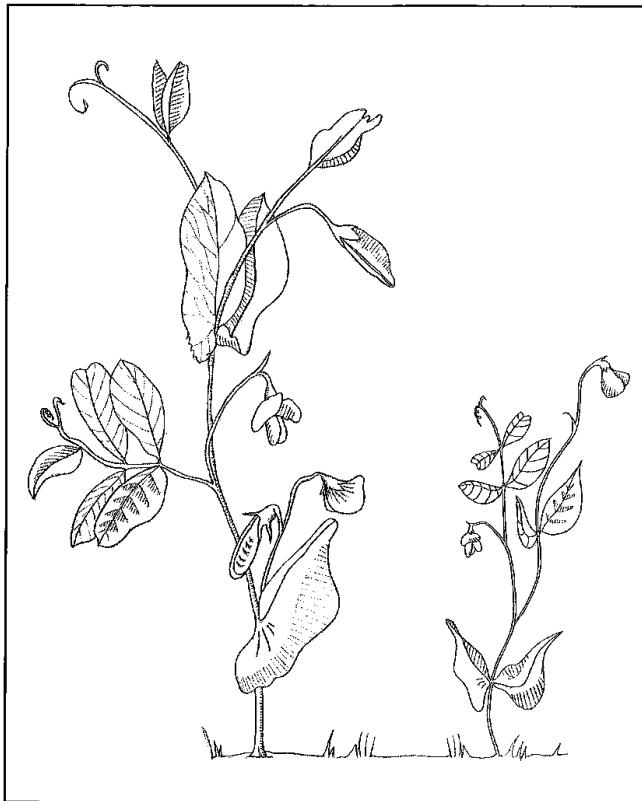


Mètode de prevenció de l'expansió de la malària	Etaques del cicle vital del paràsit que es veuen afectades
Dormir sota una xarxa mosquitera	1 2 3 4
Prendre medicaments contra la malària	1 2 3 4
Utilitzar pesticides contra els mosquits	1 2 3 4

Annex 3: Activitats Exemples M. Jiménez-Aleixandre (E)

Alçada dels pèsols (E1)

Construyendo una predicción: altura de los guisantes



Plantas alta y baja de guisante

La altura de las plantas fue uno de los siete caracteres que Mendel estudió en los guisantes. En este caso alta (representamos el alelo como A) es dominante sobre baja (representamos el alelo como a). Esto significa que tanto al genotipo AA como al Aa le corresponde el fenotipo "planta alta", mientras que el fenotipo "planta baja" tiene un genotipo aa .

Si cruzamos dos plantas de guisante altas que son heterocigotos para ese gen (Aa) ¿cómo será su descendencia? Indica cuál de las predicciones (a, b, c) de la primera columna te parece más probable y únala con la justificación (x, y, z) que le corresponda de la segunda columna.

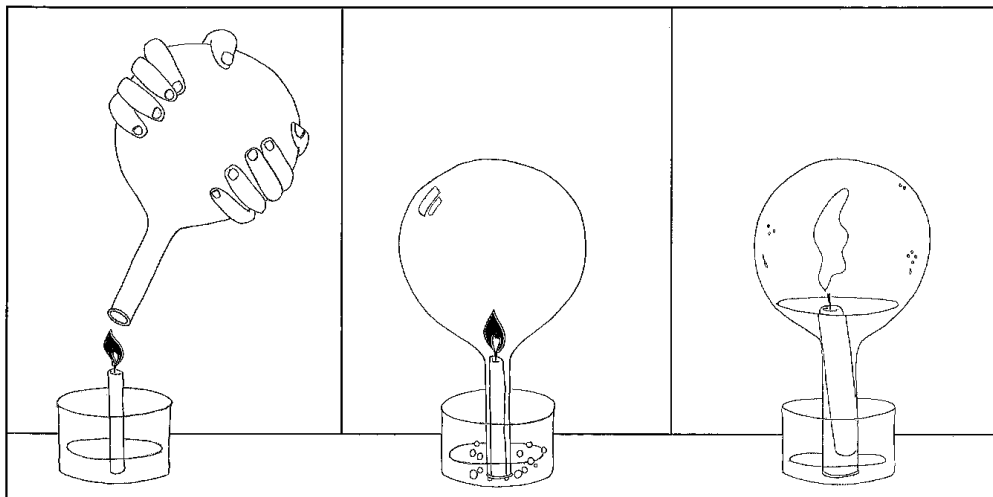
¿Y si cruzamos dos plantas de guisante bajas, cómo será la descendencia?

PREDICCIÓN PARA LA DESCENDENCIA	PORQUE	JUSTIFICACIÓN
a. Todas las plantas serán altas		x. cada gameto lleva solo un alelo (A o a) y estos pueden combinarse en el cigoto de distintas formas
b. Aproximadamente la mitad serán altas y la otra mitad bajas		y. se manifiesta el alelo dominante (A)
c. Aproximadamente tres cuartas partes serán altas y una cuarta parte bajas		z. al ser heterocigotos (Aa) los progenitores, la mitad de los hijos llevará una forma y la otra mitad otra

Espelma (E2)

¿Qué explicación de la entrada de agua es compatible con las pruebas?

Coloca una vela encendida en un cristalizador o un recipiente grande con uno o dos centímetros de agua, y cúbrela con un matraz dado la vuelta. Coloca el matraz de modo que quede apoyado en el cristalizador. La vela queda así ardiendo en el interior del matraz.



Observa atentamente todo lo que ocurre.

La vela se apaga un tiempo después de taparla. ¿Puedes explicar por qué se apaga?

.....

.....

Otra cosa que ocurre es que el agua asciende por el matraz hasta alcanzar una cierta altura, que es aproximadamente el 20% del volumen del matraz. ¿Por qué sube el agua?

Podemos pensar en dos explicaciones diferentes para esta subida:

EXPLICACIÓN a)

Al arder la vela se consume el oxígeno del interior del matraz, y el agua ocupa su lugar ascendiendo por él.

EXPLICACIÓN b)

Al arder la vela el aire del matraz se calienta y se dilata. Cuando la vela se apaga, el aire se enfría y se contrae, provocando el ascenso del agua.

Analizando con más detalle lo ocurrido, podrás *decidir cuál de las dos explicaciones de la subida del agua es mejor*: anota que fenómenos has observado y que explicación crees que puede explicar cada uno de ellos. Si es necesario, repite la experiencia.

Observación 1:

He observado que al principio, mientras la llama está ardiendo, salen burbujas de aire por debajo del matraz.

☐ sí ☐ no

¿Crees que esta observación es correctamente explicada por a?

☐ sí ☐ no

Indica las razones:.....
.....
.....

¿Crees que esta observación es correctamente explicada por b?

☐ sí ☐ no

Indica las razones:.....
.....
.....

Observación 2:

He observado que después de unos segundos la llama va disminuyendo hasta apagarse, y el agua asciende por el matraz. Parte del ascenso ocurre con la llama ya apagada.

☐ sí ☐ no

¿Crees que esta observación es correctamente explicada por a?

Indica las razones:.....
.....
.....

¿Crees que esta observación es correctamente explicada por b?

☐ sí ☐ no

Indica las razones:.....
.....
.....

Observación 3:

He observado que el agua sube hasta ocupar aproximadamente el 20% del matraz.

☐ sí ☐ no

¿Crees que esta observación es correctamente explicada por a?

☐ sí ☐ no

Indica las razones:.....
.....
.....

¿Crees que esta observación es correctamente explicada por b?

☐ sí ☐ no

Indica las razones:.....
.....
.....

¿Cuál de las dos explicaciones a o b crees que es la mejor?


Explica por qué:

.....
.....
.....

Sistema de calefacció (E3)

Escogemos un sistema de calefacción (guión del alumnado)

Carta (simulada) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC)



El Vicerrectorado de Calidad y Planificación estratégica de la USC

INFORMA

Ante la puesta en marcha por parte de la Universidad de Santiago de Compostela de un Plan de Optimización Energética (POE), el primero de sus características en una universidad española, en el que se propone: + eficiencia y - impacto (ambiental)

SOLICITA

Que le sea remitido, a la mayor brevedad posible, un informe sobre la opción de calefacción que considere más adecuada para la construcción de los nuevos edificios de la Facultad de Ciencias de la Salud. Es necesario dejar claras las razones alegadas para la toma de decisión, considerando que:

- Los gastos de primera instalación no se tienen en cuenta, solo los gastos de mantenimiento (lo que pagará la facultad por la calefacción).
- Hay que tener en cuenta tanto el precio (coste mensual de la calefacción) como el impacto ambiental.
- Entre las posibles opciones están las que aparecen en la tabla de la revista de la OCU y otras procedentes de fuentes renovables.
- Puedes hacer otras recomendaciones que te parezcan relevantes para el objetivo de reducir costes y generar el menor impacto ambiental posible.

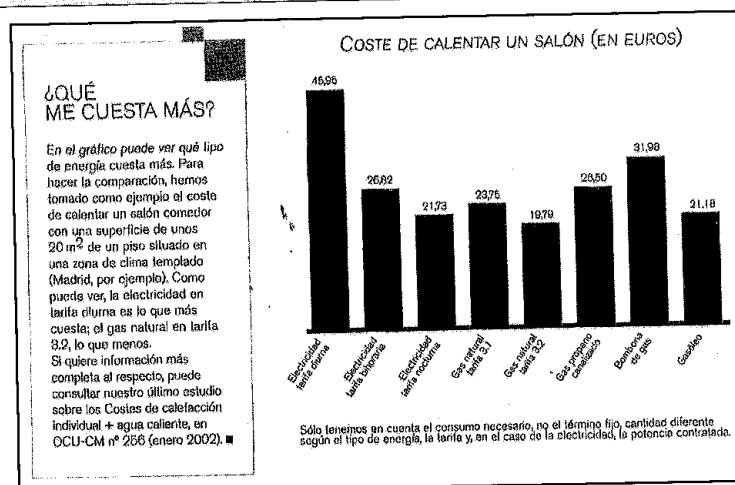
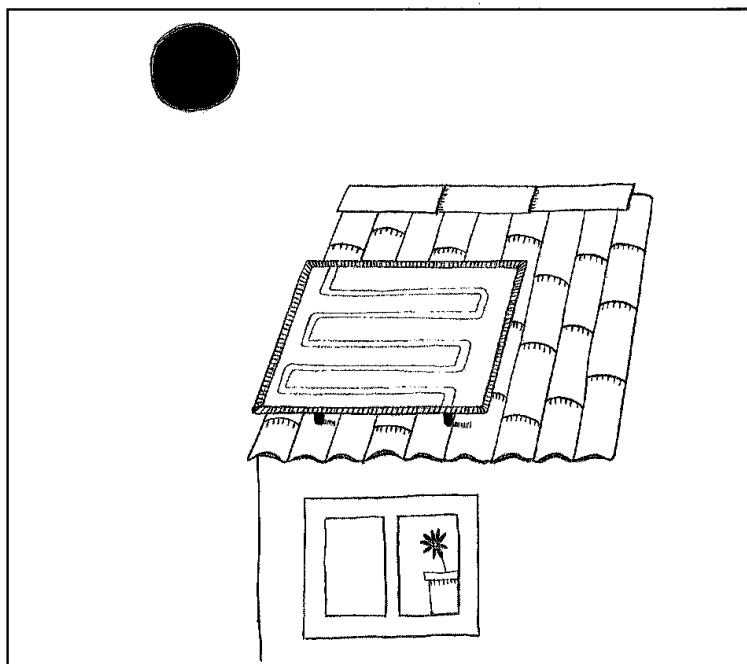


Tabla de la
revista *Compra
Maestra* (OCU)

Para redactar vuestro informe, podéis utilizar los apuntes y libros de texto, y acceder a Internet. Recomendamos, por ejemplo, la consulta del siguiente material:

- Información relativa a la “energía verde” de los grupos ecologistas en internet: Greenpeace (www.greenpeace.org/espana/reports/informes-renovables-100) y Adena (www.wwf.es).
- Información sobre energías renovables de las empresas eléctricas en internet: Iberdrola (www.iberdrola.es/webcorp) y Endesa (www.endesa.es).
- Información de las empresas suministradoras de gas, electricidad, gasóleo, etc. sobre sus productos y servicios: Unión Fenosa (www.unionfenosa.es), Gas natural (<http://portal.gasnatural.com>), Repsol (www.repsol.com/es).
- Noticias publicadas en diversos medios en 2003 sobre las ofertas de ‘energía verde’:
La CNE investiga a Iberdrola y Endesa por un supuesto fraude en la venta de “energía verde”
www.consumer.es/web/es/economia_domestica/2003/11/10/90785.php
Investigan a Iberdrola y Endesa por un supuesto fraude con “energía verde”
(<http://www.lavozdegalicia.es/hemeroteca/2003/11/09/2148024.shtml>)
- Información sobre el cambio climático
Panel Intergubernamental sobre el cambio climático: www.ipcc.ch
El 2003, el tercer año más caliente desde que se hacen mediciones
(<http://www.lavozdegalicia.es/hemeroteca/2003/12/16/2255923.shtml>).

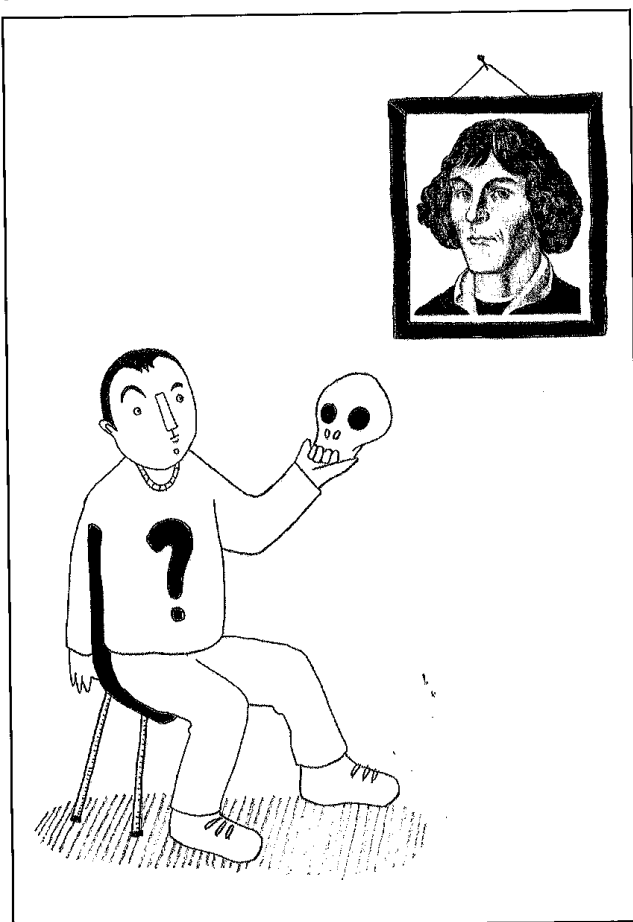


Pertanyen a Copèrnic aquestes restes? (E4)

¿Es ese el cuerpo de Copérnico?

Nicolás Copérnico (1473–1543) fue un astrónomo que articuló la idea de que la Tierra giraba alrededor del sol y no al revés, recopilando datos que la apoyaban. Copérnico murió a los 70 años en Frombork (Polonia), ciudad en la que vivió los últimos años de su vida. En el siglo XVII, durante una de las invasiones de Polonia por Suecia, parte de su biblioteca fue llevada a Suecia, encontrándose hoy en la Universidad de Upsala. Se decía que había sido enterrado en la catedral de Frombork, pero, entre los diversos enterramientos, no había ninguna tumba que llevase su nombre (lo que en esa época era frecuente). Durante muchos años arqueólogos de distintos países buscaron sus restos en vano.

En agosto de 2005 un equipo dirigido por el arqueólogo Jerzy Gassowski, por encargo del obispo, encontró bajo el suelo de la catedral de Frombork, cerca de un altar, unos restos que atribuyeron a Copérnico, en concreto un cráneo y algunos dientes. La identificación se basó inicialmente en semejanzas entre el cráneo y los retratos de Copérnico, como tener la nariz rota y una cicatriz encima del ojo izquierdo.



Estudios forenses realizados sobre el cráneo indicaron que correspondía a un hombre de unos 70 años. El laboratorio forense de la policía de Polonia utilizó el cráneo para hacer una reconstrucción informática de cómo sería el rostro del hombre al que perteneció, y que resultó semejante a los retratos de Copérnico (reconstrucción que puede verse en <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/7740908.stm>).

La experta sueca en genética Marie Allen analizó ADN extraído de un diente de ese cráneo, de una vértebra y de un fémur. Para poder compararlo, se localizaron, entre las páginas del libro *Calendarium Romanum Magnum* (que perteneció a Copérnico y ahora está en Upsala) cuatro cabellos. El análisis del ADN permitió comprobar, en noviembre de 2008, que dos de esos cabellos, el diente y los huesos pertenecían a la misma persona.

¿Que pruebas de la identificación de Copérnico son más fiables?

Los datos y análisis mencionados arriba fueron recogidos en la prensa con titulares como: “El ADN confirma que los restos encontrados en 2005 son los de Copérnico”, “Un esqueleto del siglo XVI identificado como el astrónomo Copérnico”, o “Finaliza la búsqueda de la tumba del astrólogo Copérnico que ha durado dos siglos” (es un error del periódico, astrónomo y astrólogo no es lo mismo).

a) ¿Consideras que las pruebas son *suficientes* para identificar los restos encontrados con Copérnico? ¿Sería suficiente disponer únicamente de una o dos de esas pruebas? Explica tu respuesta.

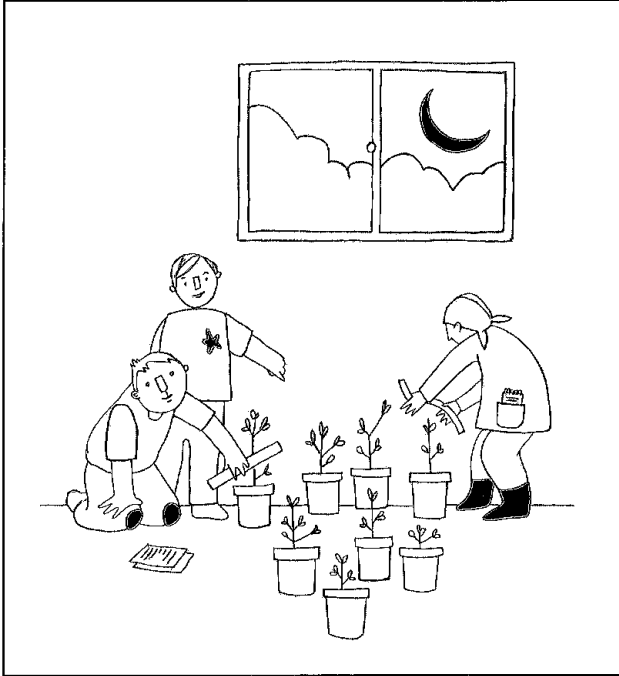
b) Haz una lista de todas las pruebas que se citan para identificar los restos, y ordénalas de más a menos *fiable*, es decir de la que te parezca más convincente a la que te lo parezca menos.

c) Indica en la lista las que consideres más *específicas* (es decir que prueban que los restos son precisamente de Copérnico), y las menos específicas (por ejemplo que sea alguien de su época o que comparta otras características con él).

d) Piensa si para alguna o varias de esas pruebas habría una *explicación alternativa* a la propuesta (que el cráneo y los huesos pertenecen a Copérnico). Si una (o más) no prueba que el cuerpo es de Copérnico: ¿qué es lo que prueba?

La lluna i el creixement de les plantes (E5)

¿Influye la luna en el crecimiento de las plantas?



Se oye decir a veces que hay que plantar, recolectar o podar las plantas en una fase determinada del ciclo de la luna (o que hay que cortarse el pelo en creciente o en luna llena). Así por ejemplo sembrar entre luna nueva y cuarto creciente las semillas de germinación rápida (como las habichuelas), y sembrar entre luna llena y cuarto menguante las semillas de germinación lenta. Podar en menguante. Otros dicen que las plantas crecen más en luna llena y que no se debe plantar en luna nueva.

Adrián, Álvaro, Rubén e Iván, estudiantes de 3º de ESO han oído a sus familias y vecinos repetir esta creencia popular. Buscaron información en la

biblioteca y en Internet, y no pudieron encontrar estudios que demostrasen si el ciclo de la luna influye en las plantas. Describen así su objetivo: “Constatar científicamente si el ciclo de la luna afecta al crecimiento de las plantas.”

Recibes el encargo de colaborar con este grupo en su investigación. Planifica, de la forma más precisa que puedas, que es lo que deberíais hacer para comprobar si es cierto que las fases de la luna afectan a las plantas. Algunas preguntas que pueden ayudarte en esta planificación son:

- ¿Qué consideraríamos una *prueba* de que las fases de la luna afectan a las plantas?
- ¿Qué *datos* debemos recoger para llegar a tener esa prueba (o la contraria)?
- ¿Qué *número* mínimo de experimentos hay que planificar para esto?
- ¿Cómo *asegurarnos* de que comprobamos la fase de la luna, no otro factor?
- ¿Qué *materiales* necesitamos para llevarlos a cabo?

Este grupo decidió que consideraría una prueba que unas plantas creciesen más si se plantaban en una fase determinada, y que los datos que debían recoger era la medida de las plantas plantadas en las cuatro fases, siendo necesario un mínimo de cuatro experimentos, uno por cada fase. Para asegurarse de que comprobaban la fase de la luna (no otro factor), Adrián y sus compañeros propusieron usar materiales idénticos en los cuatro experimentos y medir el agua suministrada. Los materiales fueron: a) 15 habichuelas de mata baja para sembrar, marca Bina; b) sustrato universal *Turba green*; c) algodón para el inicio de la germinación; d) vasos de plástico de 220 cm³ (15x4); e) una jeringuilla milimetrada para suministrar 20 cl cada vez de agua de la traída; f) calibre milimetrado del departamento de tecnología. Así describen los experimentos:

“Empezamos el 29 de febrero, al inicio de la luna menguante. Pusimos 15 habichuelas en algodón humedecido con 20 cl en unos vasos. Una semana después las trasplantamos a vasos llenos de sustrato, volviendo a echar 20 cl de agua. El suministro de agua fue semanal hasta el 28 de marzo, en que las medimos con el calibre, desde la base del tallo hasta el extremo. Repetimos el proceso en los tres ciclos restantes de la luna.”

La tabla resume la altura en cm (de las plantas que salieron, que no fueron todas):

PLANTA Nº	LUNA MENGUANTE	LUNA NUEVA	LUNA CRECIENTE	LUNA LLENA
1	3,56	3,1	8,22	19,5
2	0,8	9,6	7,8	18,2
3	3,08	8,9	11	21,5
4	13,2	8,5	11,5	22
5	9,9	8	14,5	21
6	13,22	3,9	–	6
7	8,9	11,9	–	–
8	7,4	2,5	–	–
9	5,82	4	–	–
10	8,5	2	–	–
11	5,69	3	–	–
12	5,13	2,1	–	–
MEDIA	7,1 cm	5,6 cm	10,64 cm	18 cm

Debes ayudar a Adrián y a sus compañeros a *interpretar* estos resultados. ¿Crees que se puede extraer alguna (o algunas) *conclusión*? Si tuvieses que hacer tú el experimento ¿hay algo que harías de distinto modo?

A6 Las conclusiones a las que llegaron Adrián, Álvaro, Rubén e Iván fueron estas:

1. Las plantas de habichuela que más crecen, en base a los datos de la media aritmética, son las que fueron plantadas en luna llena (incluso haciendo la media de las 15).
2. Si tenemos en cuenta la dispersión de los datos en las plantaciones de las cuatro fases de la luna (con valores altos y bajos en todas ellas, y semillas que no germinaron), no podemos concluir, para este caso, que hay influencia de la fase de la luna en el crecimiento de las plantas de habichuela.
3. Es necesario profundizar en este estudio, con nuevos experimentos, para poder obtener conclusiones más firmes.

¿Estás de acuerdo con estas conclusiones? ¿Con qué parte de las conclusiones estás de acuerdo y con qué parte no? Justifica tus respuestas.

En la conclusión 2 se dice que no se puede concluir que exista influencia de la fase de la luna en el crecimiento de las plantas. ¿Estás de acuerdo? Justifícalo.

¿Puedes proponer alguna hipótesis alternativa (distinta de la influencia de la luna) para explicar por qué es más alta la media en la fase de luna llena? ¿Cómo comprobarlo?

Con estos resultados, algunas personas estarían un poco disgustadas porque, después de mucho trabajo, no pueden afirmar ni negar de forma clara la influencia de la luna. ¿Crees que experimentos como éste son útiles a pesar de ello? ¿Qué se aprende de ellos?

En la conclusión 3 se dice que sería conveniente realizar nuevos experimentos. Propón algunas cosas que se deberían tener en cuenta para planificar estos nuevos experimentos, de modo que los resultados aportasen pruebas más sólidas sobre la influencia de la luna.

Lleva a cabo un experimento para mejorar las conclusiones existentes, comprobando las hipótesis alternativas.

Annex 4: Activitats dissenyades per professors dins el projecte COMPEC (C)

C1: Quan podran beure aigua de l'aixeta els habitants de Fukushima?

Context: Radioactivitat al mar del Japó

Contingut: Model partícula

També els possibles problemes per a la societat de problemes amb les centrals nuclears/radioactivitat per sobre dels nivells mínims

Nivell: s'intenta fer per a tots els nivells

Objectiu: Identificar preguntes, dubtes, qüestions per resoldre les quals necessitaré proves

A partir de la notícia, demanar a l'alumnat que, si fossin experts de la OMS, quines serien les informacions que intentarien recollir

è Fer-se preguntes investigables/científiques (que es puguin respondre obtenint proves)

Es recullen les possibles preguntes i es fa, en comú, una avaluació de les preguntes: són o no són investigables?

è Identificar qüestions /problemes actuals que es poden resoldre obtenint proves/dades,....

S'escull una de les preguntes que s'hagin fet (segurament la que més s'acosti al tema que hagi previst desenvolupar el professorat). Per respondre a les preguntes caldrà: recórrer a la teoria (model partícula) recórrer a dades de tercers (per exemple, es poden donar dades de Txernobil)

è Formular (iniciar la formulació) d'explicacions (locals i directes)?

è Obtenint dades d'altres fonts

C2: LLEI DE DESINTEGRACIÓ RADIOACTIVA

Breu descripció de l'activitat:

Quin àmbit de la competència d'utilització de proves treballa?

- Identificar les proves (històriques) que sustenten enunciats de coneixement importants (centrals als models)
- Identificar les proves que hi ha darrera enunciats de coneixement concrets

Altres objectius

- Inferir la llei de desintegració radioactiva
- Interpretar els paràmetres de la llei de desintegració
- Explorar fins a quin punt el model analògic de daus explica el fenomen

Nivell, assignatura i prerequisits

1er Batxillerat Física

(proposta ESO al final)

Coneixements previs:

Pendent

Context

Accident a la central nuclear de Fukushima

Activitat 1

Objectiu activitat 1:

Davant d'un accident nuclear com el que va tenir lloc el mes de febrer de 2011 a Fukushima (Japó), una de les primeres preocupacions és evitar la fuga d'isòtops radioactius i en cas de que hi hagi hagut alguna fuga, cal determinar el grau de contaminació radioactiva per evitar riscos a la població.

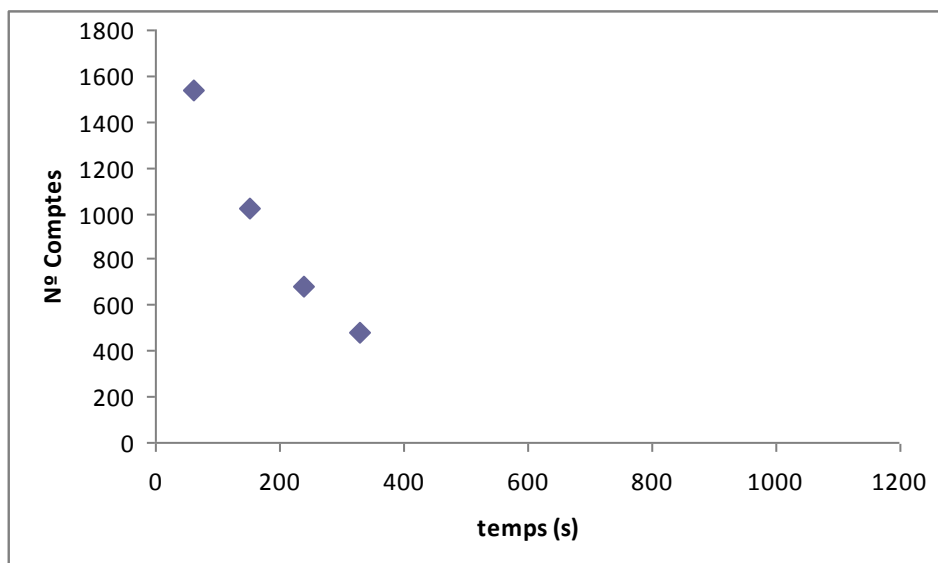
En un accident nuclear com el del més de febrer de 2011 a Fukushima (Japó), un dels problemes de caire radiològic és l'emissió de Cs-137 que es disposa pels voltants dels reactors nuclears i que s'incorpora a la xarxa alimentària. Aquest isòtop és inestable i es desintegra en l'isòtop metaestable Ba-137 m, emissor gamma, que decau a l'isòtop Ba-137. Estimant la quantitat de Ba-137 que hi ha és pot esbrinar quina és la quantitat de Cs-137 que s'ha escapat de la central.

Un grup de treballadors de la central utilitzen un detector calibrat de manera adequada per a conèixer el grau de contaminació radioactiva associada a aquest isòtop. Quan la radiació gamma arriba al detector, arranca electrons d'una superfície d'iodur de sodi dopat amb Tal·li (NaI (Tl)) que originen un cert corrent elèctric que és mesurat pel detector.

Aquest aparell mesura el nombre de desintegracions gamma del Ba-137 m que tenen lloc en un cert interval de temps obtenint-se una taula com la següent:

Temps (s)	Comptes
0	
30	
60	1535
90	
120	
150	1025
180	
210	
240	678
270	
300	
330	484

A partir d'aquesta taula es pot construir el següent gràfic



1. Com continuàrieu el gràfic?
2. Intenteu donar una explicació del que creieu que passa a l'augmentar el temps amb:
 - a. el nombre de comptes o desintegracions?
 - b. el nombre d'àtoms de l'isòtop de Ba-137m?
 - c. el nombre d'àtoms de l'isòtop Ba-137?
 - d. Quina relació hi ha entre el nombre d'àtoms radioactius i el nombre de comptes?

Quan el detector es deixa mesurant durant un temps més llarg, s'obtenen les següents dades:

Temps (s)	Comptes
0	
30	
60	1535
90	
120	
150	1025
180	
210	
240	678
270	
300	
330	484
360	
390	
420	283
450	
480	
510	238
540	
570	
600	139
630	
660	
690	103
720	
750	
780	88
810	
840	
870	45

Representeu les dades en un gràfic nº de comptes en funció del temps amb ajuda d'un full de càlcul tot agafant l'opció de gràfic de dispersió de punts sense línees.

Compareu la gràfica que acabeu d'obtenir amb la que heu predit anteriorment.

A la vista dels punts obtinguts quina serà la línia de tendència que creieu que s'ajusta millor?

Amb ajuda del programa escriviu el paràmetre estadístic R^2 i l'equació associada a la línia de tendència.

Estadísticament la línia de tendència que s'ajusta millor és aquella que té el paràmetre R^2 més proper a la unitat.

Amb ajuda del programa estudieu altres possibles línies de tendència que puguin ajustar millor els punts obtinguts. Escriviu l'equació que millor s'ajusta utilitzant el nº de comptes i el temps com a variables.

De les línies de tendència amb un valor de R^2 més alt, argumenteu des d'un punt de vista físic, perquè unes són possibles i altres no.

La radioactivitat natural

El fenomen de la radioactivitat va ser descobert per H. Becquerel l'any 1896 i va ser el tema que va escollir Marie Sklodowska per a fer la seva tesi doctoral. L'any 1894 va conèixer a Pierre Curie que arribaria a ser el seu espòs i, en casar-se, va adoptar el seu cognom, esdevenint Marie Curie. Els treballs experimentals de Marie i Pierre Curie, així com el d'altres científics com E. Rutherford i F. Soddy mostraven que el corrent elèctric mesurat per un detector seguia una llei exponencial $I = I_0 e^{-\lambda t}$



on I és el corrent després d'un cert temps t i I_0 és el corrent inicial. Aquest corrent és proporcional al nombre de radiacions ionitzants que arriben al detector i per tant proporcional al nombre d'àtoms radioactius presents. Així, Rutherford escrivia a l'any 1902 la següent equació:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

on N representa el nombre d'àtoms radioactius presents en un cert instant de temps t i N_0 el nombre d'àtoms radioactius presents a l'instant inicial.

Els treballs de Curie, Rutherford i altres explicaven els fets experimentals observats sobre el fenomen de la radioactivitat, però en cap moment donaven una explicació del seu origen. Caldria esperar fins als anys 20 del segle passat per poder estudiar amb més profunditat el fenomen radioactiu amb l'arribada de la Mecànica Quàntica. Aquesta teoria posa de relleu, entre d'altres aspectes, el caràcter aleatori dels processos que tenen lloc a nivell atòmic. La desintegració radioactiva d'un isòtop és un procés aleatori que, com tots els processos d'aquesta tipologia, compleix tres propietats bàsiques:

1. Es coneixen prèviament els possibles resultats de l'experiment. Per exemple, al llançar una moneda es pot obtenir cara o creu.
2. És impossible la predicció del resultat de l'experiment, abans de realitzar-lo.
3. En successives realitzacions de l'experiment, amb les mateixes condicions inicials poden aparèixer diferents resultats.

En el cas de la radioactivitat, cal afegir un altre aspecte. El fet de que un isòtop es desintegri o no, no afecta als seus veïns. Es parla en aquest cas d'un esdeveniment aleatori independent.

No es pot saber a priori quin isòtop es desintegrarà ni quan ho farà, però sí que es pot predir el comportament d'un nombre molt elevat d'isòtops radioactius, comportament que ve determinat per una llei estadística exponencial.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

on N és el nombre d'àtoms no desintegrats en un cert instant de temps t i N_0 el nombre d'àtoms radioactius inicial.

Els daus, un model per entendre la desintegració radioactiva

En ciència sovint s'utilitzen models per interpretar un fenomen físic. Llançar daus potser un possible model per estudiar el nostre fenomen. Per veure si és un bon model cal comprovar si els criteris d'aquest són els mateixos que els del fenomen que hem d'estudiar.

Considereu el llançament d'un conjunt de daus.

Intenteu comparar en la següent taula l'equivalència entre el model que us proposem i el fenomen de la desintegració:

Model	Realitat
dau	Cada Àtom de Ba-137m

Conjunt de daus	Mostra radioactiva de Ba-137m
-----------------	-------------------------------

	Què passa en el model	Què representa a la realitat
Quins són els possibles resultats?	{1,2,3,4,5,6}	{Es desintegra, no es desintegra}
Coneixem el resultat que sortirà?	no	no
Obtindrem el mateix resultat cada vegada?	No té perquè	No té perquè
El resultat obtingut afecta a la resta de la mostra?	no	no

Fixeu-vos en un dels daus.

Quan el llancem, quins són els possibles resultats que podeu obtenir?

Podeu predir quin serà el resultat abans de llançar-lo?

Sortirà la mateixa cara a cada tirada?

El resultat de llançar un dau afecta als possibles resultats de la resta de daus?

En la següent taula, continueu aprofundint en la comparació del model de daus i el fenomen de desintegració radioactiva:

Per tant, es podria dir que la tirada d'uns daus permeten simular el fenomen de la radioactivitat ja que ambdós són processos d'esdeveniments aleatoris independents i, per tant, pot ser un bon model per estudiar aquest fenomen.

A més a més d'aleatori independent, al fenomen de la radioactivitat quan un àtom és desintegra i passa a ser estable ja no es pot tornar a desintegrar. Hauríem d'assegurar-nos que el nostre model de daus també pot representar això.

Què hauríem de fer amb els daus per a simular aquesta característica?

Treballem amb el model

Cada grup d'alumnes disposareu d'un conjunt de daus que simularan la mostra radioactiva. Cada grup tirareu els daus. Compteu el nombre d'asos que han sortit i retireu-los per tal de simular que els àtoms s'han desintegrat. Repetiu aquest procés fins que no quedi cap dau i empleneu la següent taula en un full de càlcul.

Arribats a aquest punt anem a establir un paral·lelisme més profund entre les característiques del model i del fenomen real. Completeu la següent taula:

Model	Realitat
Nombre de daus que hi ha	Nombre àtoms, nuclis radioactius... presents
Treure un as	Desintegrar un àtom de Ba-137m
No treure un as	Un àtom de Ba-137m no es desintegra
Un as	Un àtom estable de Ba-137
Mirar i agafar els daus	Detector

Representeu la gràfica del nº de daus que hi ha abans de cada tirada en funció del nº de tirades. Utilitzeu el gràfic de dispersió sense línees.

Ajusteu la línia de tendència més adient. Escriviu l'equació i el paràmetre R^2 que obteniu utilitzant el nº de daus i el nombre de tirades com a variables.

Compareu la gràfica que acabeu d'obtenir amb els daus amb la que heu obtingut a partir de les dades del fenomen real.

Anàlisi dels paràmetres de les equacions

Per estudiar l'evolució amb el temps d'una mostra radioactiva els científics es fixen en el temps que tarda aquesta mostra en reduir les seves partícules radioactives a la meitat. Aquest temps s'anomena **període de semidesintegració** ($T_{1/2}$) i es mesura en [unitat de temps].

Amb la informació que tenim fins ara sobre el fenomen, com podríem trobar el temps que hauria de transcórrer perquè la mostra de Ba-137m es reduís a la meitat?

En el nostre model de daus, quin significat té el període de semidesintegració?

Totes les substàncies radioactives tenen el mateix període de semidesintegració?

Es pot obtenir Ba -137 estable a partir del Ba-137-m, però també a partir de la desintegració del Cs-137.

El període de semidesintegració del Cs-137 és el mateix que el del Ba-137m?

Podeu respondre la pregunta a partir de les dades experimentals de la desintegració Cs-137.

Que el temps de semidesintegració d'una substància radioactiva sigui superior al d'una altra vol dir que "viu més temps" i, per tant, és menys probable que es desintegri.

Es defineix la **constant radioactiva** λ d'una substància com la probabilitat de desintegració per unitat de temps. Es mesura en s^{-1} al S.I.

Aquesta constant λ és el coeficient que multiplica al temps en la funció exponencial.

Indiqueu les constants radioactives del Ba-137m i del Cs-137.

Quin isòtop té una probabilitat de desintegració major?

Tornem al model de daus per veure si continua sent un bon model.

Quina és la probabilitat de treure un as?

Compara aquest valor amb el del coeficient de l'equació (2).

En el model de daus, si volguessin dissenyar un experiment simulant una substància radioactiva amb una constant de desintegració més gran, com podríem fer-ho?

Limitacions del model

Respecte a λ :

Com λ és característica de cada substància radioactiva, no depèn de la quantitat de mostra.

I al model, depèn de la quantitat?

Agafeu una mostra petita de daus i trobeu el valor de λ .

Què podeu deduir? (és diferent per cada mostra i per la mostra gran)

A partir d'aquest experiment, podem concloure que el model de daus utilitzat és vàlid sempre?

Què passa si canviem el model de daus, s'ajusta a la realitat?

Hem dit que en la desintegració radioactiva el fet de que un nucli es desintegri no afecta als seus veïns (Independència de successos) . Si retornem a la mostra la meitat dels daus desintegrats, seria un bon model?

Pregunta de selectivitat: radiofàrmac

La figura 1 mostra, entre altres coses, que el Ba-137m es desintegra en Ba-137 en forma d'una emissió gamma. La mateixa figura mostra també que el Cs-137 pot decaure directament al nucli estable Ba-137.

Quin tipus d'emissió presenta el Cs-137 quan decau a Ba-137?

Quina és la constant de desintegració radioactiva d'aquest procés?

Quants períodes de semidesintegració han de passar en el Cs perquè no faci mal?

A partir dels resultats que has obtingut del Cs-137 i el Ba-137m,

Quin dels dos àtoms radioactius es desintegrarà abans?

Cap ús de les radiacions ionitzants té risc zero. La pregunta "són totalment segures?" no té sentit. Hom s'ha de demanar, en cada cas, si els beneficis superen els riscos, i valorar les conseqüències d'utilitzar o no utilitzar aquest tipus de radiacions.

Aplicació de Maria Curie del radi per fer radiografies.

Datació

La datació radiomètrica de roques (o de restes arqueològiques) implica essencialment conèixer o assumir la quantitat d'isòtop inicial present en la mostra i conèixer el temps de semidesintegració de l'isòtop. La mesura de la quantitat d'isòtop present en un moment determinat permet calcular el temps transcorregut des de que es va formar la mostra.

Molt del material que constitueix els éssers vius es basa en cadenes d'àtoms de carboni, la gran majoria dels quals són estables: àtoms de carboni-12. Tanmateix, una versió inestable del carboni, el carboni-14, que és químicament idèntic al carboni-12, també forma part del carboni del vostre cos en un minúscul percentatge. El carboni-14 és un isòtop que presenta desintegració β^- . La desintegració del carboni-14 té un enorme interès científic perquè permet datar materials procedents de plantes o d'animals .

En el següent exemple resolt es detalla més la datació de matèria orgànica a partir del carboni-14. Aquest es forma de manera continua a l'atmosfera degut als raigs còsmics i les plantes l'absorbeixen de l'aire mentre viuen. Aquesta absorció es correspon amb el nivell d'aquest isòtop en l'atmosfera. En morir o ésser consumides per d'altres organismes (humans o altres animals), ja no s'incorpora més carboni-14 i la seva concentració comença a disminuir degut a la seva desintegració radioactiva. Comparant la fracció de carboni-14 romanent en una mostra a la del carboni-14 atmosfèric es pot estimar l'edat de la matèria orgànica.

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/radioactive-dating-game>

Per què has d'utilitzar en uns casos U-238 i en altres C-14?

Fins a quina antiguitat podries utilitzar C-14 per datar una mostra?

C3: Contaminació

Preguntes que em puc fer sobre la notícia....

Per treballar el model (partícules)

- Per què s'acumula contaminació a l'aire quan hi ha anticiclons? / Per què si plou se solucionarà el problema dels ciutadans que tenen asma?
- Per què l'ajuntament ha mogut les estacions de mesura dels carrers amb transit als carrers amb jardins?

Per treballar l'obtenció de dades /disseny experimental

- Té sentit mesurar la contaminació en diferents punts d'una ciutat per determinar el nivell de contaminació global? Què passaria si només hi hagués una estació de mesura?
- Dissenya una configuració de les estacions de mesura de la contaminació a una gran ciutat que sigui el més fiable possible per determinar si hi ha o no contaminació a l'aire.
- Com m'imagino que són els sensors de contaminació? Dibuixa un

Per treballar la qualitat de les dades

- La notícia diu que "*superar 400 microgramos de NO₂*" fa saltar les alarmes ambientals ... Un científic que llegeix el diari diu que aquesta dada no és correcte, ja que no et diu si hi ha 400 micrograms de NO₂ en cada litre d'aire, en cada metre cúbic o en tot l'aire de Madrid ...

Creus que la dada que aporta el periodista és prou precisa? Per què?

Per treballar l'obtenció de dades

- quins nivells de contaminació hi ha a les grans ciutats més contaminades del món? Relaciona-ho amb el clima

C4: Solubilitat

LES FUNCIONS DE L'AIGUA A L'ORGANISME: L'aigua com a dissolvent

Breu descripció de l'activitat:

A partir de dades experimentals (proves) en taules o gràfics identificar preguntes relacionades amb l'equilibri en la composició del plasma sanguini i justificació de la presència d'ions i del paper de l'aigua com a dissolvent.

Quin àmbit de la competència d'utilització de proves es treballa?

- Confirmar / posar en dubte hipòtesis
- Decidir entre explicacions alternatives

Altres objectius

- Identificació de les diferències entre les estructures iòniques i covalents
- Familiaritzar-se amb la formulació química
- Identificació de propietats de les dissolucions aquoses. Dissolucions aquoses

Nivell, assignatura i prerequisits

3er ESO Química/Biologia

Coneixements previs:

Llenguatge : Identificació de fórmules

Nivell macro : Identificació de propietats físiques de diferents substàncies

Nivell micro : Relació entre les propietats i l'estructura que adjudiquem a les substàncies

Context

Comparació i interpretació d'una analítica de plasma sanguini i d'una beguda isotònica.

Activitat 1

L'AIGUA A L'ORGANISME

La setmana passada en Joan es va trobar malament, tenia mal de cap i mareig i quan va anar al metge li va recomanar una analítica de sang, ahir va anar a recollir el resultat i avui l'ha portat a classe de ciències, perquè els resultats han confirmat un diagnòstic de pressió alta.

Lavors la Nuria que sempre té coses a dir, ens ha explicat que a la seva germana que té 17 anys li han diagnosticat diabetis a partir també d'un anàlisi de sang.

La profe ha trobat molt interessants els dos casos per explicar la funció de les analítiques en els diagnòstics i en l'explicació dels processos de bioquímica del cos humà i ha començat a demanar-nos la tira de coses.

Plantegem hipòtesis

- Per què les analítiques poden explicar o diagnosticar les disfuncions del Joan i de la Carla?
- Quines dades iguals i diferents penseu que hi haurà amb una analítica d'una persona sana?
- Una de les recomanacions del metge al Joan ha estat la de beure aigua, quin paper penseu que juga l'aigua en la seva disfunció?
- Com poden la Carla i el Joan millorar les seves disfuncions amb l'alimentació? Conclusions / ús de les dades

Identificant les dades

La professora ens ha portat aquestes taules amb dades d'anàlisi de sang d'una persona diabètica, d'una que té hipertensió i d'una sana. Si les observem i comparem, què hi podem dir? (veure taula següent)

Omplir taules...

Catió	mg/100mL	Anió	mg/100mL	substància	mg/100mL
Sodi	326,6	Clorur	365,66	glucosa	80
		Bicarbonat	164,7	Persona sana	
		Sulfat	-		
		Fosfat	9,5		
Potassi	15,6				
Calci	10				
Magnesi	3,6				
PLASMA SANGUINI					

Catió	mg/100mL	Anió	mg/100mL	substància	mg/100mL
Sodi	325,2	Clorur	366,54	glucosa	150
		Bicarbonat	165,2	Persona diabètica	
		Sulfat	-		
		Fosfat	9,4		
Potassi	14,9				
Calci	10				
Magnesi	3,6				
PLASMA SANGUINI					

Catió	mg/100mL	Anió	mg/100mL	substància	mg/100mL
Sodi	375,4	Clorur	410,54	glucosa	79
		Bicarbonat	164,2	Persona hipertensa	
		Sulfat	-		
		Fosfat	9,4		
Potassi	14,9				
Calci	10				
Magnesi	3,5				
PLASMA SANGUINI					

Conclusions / ús de les dades

Amb les dades de les analítiques del Joan i de la Carla, la profe ens ha proposat una activitat per comparar-les i comprovar les hipòtesis que vam fer a la classe passada

1.- Elaboreu una taula que reculli quines concentracions i de quines espècies surten a les diferents analítiques

Especies amb la mateixa concentració		
Substàncies amb concentració diferent	Augmenten	
	Disminueixen	

2.- Redacteu un informe que reculli la confirmació o no de les hipòtesis plantejades i les dubtes que encara queden per resoldre.

Activitat 2

Un dels dubtes que va quedar a la classe després d'analitzar les dades va ser :

- Com es que el nostre plasma sanguini té aquestes concentracions, d'on obtenim aquestes espècies ? les fabriquem o les ingerim ?

Observeu les substàncies següents: quin és el seu estat físic? El seu color? Descriuiu-les. Com us imagineu que són les partícules que les formen?

Glucosa	Sal comuna (clorur de sodi)	Clorur de potassi	Fosfat de calci

Bicarbonat de sodi	ovulbúmina	Sulfat de coure (II)	Oxalat de calci	Clorur de magnesi

Aigua	Oli	Alcohol	Aigua amb gas

Nom	Fórmula	Estat	Color	Descripció	Predicció: com m'imagino les seves partícules	Comprovació: Com són les seves partícules (a partir d'evidències)
Glucosa						
	NaCl					
	KCl					
Fosfat de calci						
	NaHCO ₃					
Ovoalbúmina						
	CuSO ₄					
Clorur de magnesi						
	H ₂ O					
Oli d'oliva (conté fins al 80% d' àcid oleic)						
	CH ₃ CH ₂ OH					
	H ₂ O CO ₂					
Llenguatge	Punt de vista macroscòpic			Punt de vista microscòpic		

Activitat 3

Disposeu del material següent: aigua destil·lada, espàtula, tubs d'assaig. Com ho faríeu per a dir si les substàncies que teniu són solubles en aigua?

Amb quines evidències experimentals podrem dir si una substància és soluble?

Fes les teves prediccions sobre si es dissoldran en aigua cadascuna d'aquestes substàncies. Anota-ho a la taula.

Ara fes l'experiment, anota les observacions a la taula. Anota també les conclusions

Substància	Predicció (soluble/insoluble)	Descripció resultats experimentals	1	2	Conclusions
Glucosa					
Sal comuna					
Clorur de potassi					
Fosfat de calci					
Bicarbonat de sodi					
ovoalbúmina					
Sulfat de coure (II)					
Clorur de magnesi					
Aigua	-----				
Oli d'oliva					
Aigua amb gas					

A partir de l'experiment, veiem que hi ha substàncies solubles i d'altres insolubles. Com expliquem la solubilitat?

Activitat 4

Una de les espècies que hem observat és el clorur de sodi que pel gust hem comprovat que es correspon amb la fórmula de la sal, i ara també sabem que són cristalls sòlids, però.. que li passa a la sal dins del nostre cos? I a les altres substàncies que hem observat? Què canvia després de la dissolució en l'aigua? Com ens imaginem les estructures de les substàncies a dins del nostre cos?

Després del debat han sortit dues hipòtesis:

HIPÒTESIS	Dibuix de les estructures microscòpiques
Hipòtesi A Potser les propietats de la dissolució seran les mateixes que les de la sal i l'aigua, perquè les seves molècules s'han barrejat i les estructures microscòpiques seran iguals	
Hipòtesi B Potser les propietats de la sal amb l'aigua no seran iguals perquè les estructures microscòpiques han canviat.	

Com ho podem comprovar?

Disseny de l'experiment.

- Es donen les pautes per comprovar la conductivitat si no surt en el disseny

- Visualització de la simulació

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/soluble-salts>

Després de fer l'experiment i recollir dades i evidències sobre el comportament de les substàncies, redacteu les conclusions que donin resposta a la pregunta que ens hem plantejat

Com ens imaginem que estan les substàncies en el nostre plasma sanguini? Quin paper juga l'aigua en tot el procés? Completeu també amb dibuixos la última columna de la taula d'observació de substàncies

**5bbYl').' UWij jHlg' XY' dfc^YWH' XBI Ya d'jZWUMCE WffjW`Uf' XY' la
generalitat (E)**

Annex 6: Codificació del professorat participant del qüestionari

Nom del professor/a	Codi
Esther Rasal	1
Carme Artigas	2
Mounia Mounir	3
Marta Montes Pedrazo	4
Cristina Mestre	5
Cristina Barona	6
Bibiana Izquierdo	7
Ana Prats	8
Laia Puig	9
Laura Evangelio	10
Cristina Alcaraz	11
Gemma Font	12
Enric Mestre	13
Randal Fernandez	14
Virgínia Gómez	15
Alejandra Rodríguez	16
Núria Marjanedas	17
Laura Rodríguez	18
Irene Ortola	19
Cintia Alonso	20
Narcís Puigdevall	21
Mireia Morla	22
Maria Cartró	23
Marc Pedret	24
Eudald Grabulosa	25
Roser Soler	26
Ramón Batlle	27
Guille Lucas	28
Javier Jordán	29
Beatriz Acosta	30
Raquel Pérez	31

Annex 7: Buidat i anàlisi de les respostes del professorat a la primera pregunta del qüestionari È identificació de les demandes que treballen

gXYdfcj Yg

Pregunta 1 del qüestionari: Què creus que han de saber fer els alumnes per poder respondre a cadascuna de les preguntes?

Demanda 2H: Representació gràfica

Pregunta 1.A. per l'alumnat: "Fes un gràfic amb les dades del quadre"

Prof	Respostes	identifica?
1	Què és una variable. Saber diferència entre variable dependent i independent, representar dades al gràfic, tenir en compte l'escala dels dos eixos segons l'interval de dades, incorporar les dades dels dos pavellons en el mateix gràfic però de manera independent.	sí
2	Interpretar informació donada. Representar informació en gràfics. Saber identificar què correspon a cada eix. Escollir el tipus de gràfic més adequat per representar les dades. Adonar-se de la importància de la llegenda. Comparar els valors i adonar-se que no ho poden fer perquè està en %. Fer les divisions, les separacions correctament	sí
3	Variable dependent i independent. Posar l'escala bé tenint en compte tots els valors	parcial
4	Interpretar enunciat, representar gràficament dades, escollir el tipus de gràfic (barres, circular), escala, diferenciar variable dependent i independent.	sí
5	Fer gràfics, interpretar la taula, identificar variables (dependents i independents), identificar el tipus de gràfic que millor s'ajusti a les dades de que disposen	sí
6	Identificar variable dependent i independent, representar gràfics, coneixement dels eixos i escala dels gràfics, tipus de representació gràfica adient	sí
7	Saber llegir les dades de la taula, representar les dades, col·locant cadascuna de les variables en els eixos corresponents	sí
8	Interpretar dades per poder representar-les en un gràfic. Identificar variable independent i variable dependent	sí
9	Han de saber triar quina variable va a l'eix x i quina a l'eix y, triar l'escala adequada segons les dades i saber representar els valors	sí
10	Han de saber interpretar les dades a partir de la taula per tal de representar correctament el gràfic (variable dependent i variable independent)	sí
11	Saber interpretar dades de % i representar-les en un gràfic amb 2 entrades (pav 1 i pav 2). Entendre els números decimals	sí
12	Saber interpretar dades i quadres per poder fer el gràfic. També saber fer gràfics, reconèixer variable dependent i independent	sí
13	Han de saber fer un gràfic de dues variables com representar la relació entre elles	sí
14	Interpretar les dades per poder elaborar el gràfic. Pensar en els intervals que posaran i quines dades posaran en funció d'altres.	sí
15	Interpretar les dades per tal de construir un gràfic. Conèixer diferents tipus de gràfics. Discernir quina és la variable dependent i quina la independent.	sí
16	Fer gràfics de barres. Interpretar que en un pavelló moren més que a l'altre. Diferenciar entre variable dependent i independent. Entendre les unitats	sí

17	<i>Comprensió lectora per entendre l'enunciat. Saber llegir una taula de dades, saber-la interpretar i representar les dades en un gràfic. @</i>	sí
18	<i>Saber com representar les dades en un gràfic. Han d'entendre la taula i decidir quin és el tipus de gràfic més adequat per que s'entenguin bé les divisions del gràfic, que siguin proporcionals (en això fallen molt)</i>	sí
19	<i>Han de saber fer/entendre percentatges, saber realitzar gràfics tenint en compte les variables dependents i independents</i>	sí
20	<i>Interpretar les dades donades. Determinar en quin eix representaran els anys i en quin els percentatges.</i>	sí
21	<i>Saber tractar proporcions (%). Adequar l'escala dels eixos a la magnitud i rang de les dades.</i>	parcial
22	<i>Interpretar dades, comprensió lectora, saber analitzar-lo un cop acabat. Identificar que a cada any varia el % de morts, que han de fer dos columnes per cada any o ve de 2 gràfics diferents.</i>	parcial
23	<i>Fer una representació gràfica: ubicar correctament les dades (eix x - eix y), proporció de l'escala. Ex: entre 1% i 20% (no cal representar 75%)</i>	sí
24	<i>Saber contar. Construcció d'un gràfic: col·locar les dades en els eixos de les x i les y de forma proporcional. Saber la variable dependent i independent.</i>	sí
25	<i>Identificar quiners variables van a cada ordenada. Entendre que ens trobem davant de dues sèries (pavelló 1 morts, pavelló 2 morts)</i>	parcial
26	<i>representar dades gràficament. Saber llegir - comprendre el text. Entendre percentatges. Saber representar diferents variables d'estudi</i>	sí
27	<i>Representar les dades en un gràfic. Interpretar l'enunciat, què els hi demana. Cal saber quina és la variable dependent, independent i on representar-ho. Han de saber com dibuixar el gràfic, quines distàncies pendre per cada eix, fins on el fa arribar.</i>	sí
28	<i>Interpretar dades per poder representar-les en un gràfic. Identificar variable independent i variable dependent</i>	sí
29	<i>Han de saber triar quina variable va a l'eix x i quina a l'eix y, triar l'escala adequada segons les dades i saber representar els valors</i>	sí
30	<i>Han de saber interpretar les dades a partir de la taula per tal de representar correctament el gràfic (variable dependent i variable independent)</i>	sí
31	<i>Saber interpretar dades de % i representar-les en un gràfic amb 2 entrades (pav 1 i pav 2). Entendre els números decimals</i>	sí

Demanda 3H: Extreure informació de les dades

Pregunta 1.A. per l'alumnat: "Fes un gràfic amb les dades del quadre"

Prof	Respostes	identifica?
1	<i>Què és una variable. Saber diferència entre variable dependent i independent, representar dades al gràfic, tenir en compte l'escala dels dos eixos segons l'interval de dades, incorporar les dades dels dos pavellons en el mateix gràfic però de manera independent.</i>	sí
2	<i>Interpretar informació donada. Representar informació en gràfics. Saber identificar què correspon a cada eix. Escollir el tipus de gràfic més adequat per representar les dades. Adonar-se de la importància de la llegenda. Comparar els valors i adonar-se que no ho poden fer perquè està en %. Fer les divisions, les separacions correctament</i>	sí
3	<i>Variable dependent i independent. Posar l'escala bé tenint en compte tots els valors</i>	parcial
4	<i>Interpretar enunciat, representar gràficament dades, escollir el tipus de gràfic (barres, circular), escala, diferenciar variable dependent i independent.</i>	sí
5	<i>Fer gràfics, interpretar la taula, identificar variables (dependents i independents), identificar el tipus de gràfic que millor s'ajusti a les dades de que disposen</i>	sí
6	<i>Identificar variable dependent i independent, representar gràfics, coneixement dels eixos i escala dels gràfics, tipus de representació gràfica adient</i>	sí
7	<i>Saber llegir les dades de la taula, representar les dades, col·locant cadascuna de les variables en els eixos corresponents</i>	sí
8	<i>Interpretar dades per poder representar-les en un gràfic. Identificar variable independent i variable dependent</i>	sí
9	<i>Han de saber triar quina variable va a l'eix x i quina a l'eix y, triar l'escala adequada segons les dades i saber representar els valors</i>	sí
10	<i>Han de saber interpretar les dades a partir de la taula per tal de representar correctament el gràfic (variable dependent i variable independent)</i>	sí
11	<i>Saber interpretar dades de % i representar-les en un gràfic amb 2 entrades (pav 1 i pav 2). Entendre els números decimals</i>	sí
12	<i>Saber interpretar dades i quadres per poder fer el gràfic. També saber fer gràfics, reconèixer variable dependent i independent</i>	sí
13	<i>Han de saber fer un gràfic de dues variables com representar la relació entre elles</i>	sí
14	<i>Interpretar les dades per poder elaborar el gràfic. Pensar en els intervals que posaran i quines dades posaran en funció d'altres.</i>	sí
15	<i>Interpretar les dades per tal de construir un gràfic. Conèixer diferents tipus de gràfics. Discernir quina és la variable dependent i quina la independent.</i>	sí
16	<i>Fer gràfics de barres. Interpretar que en un pavelló moren més que a l'altre. Diferenciar entre variable dependent i independent. Entendre les unitats</i>	sí
17	<i>Comprensió lectora per entendre l'enunciat. Saber llegir una taula de dades, saber-la interpretar i representar les dades en un gràfic. @</i>	sí
18	<i>Saber com representar les dades en un gràfic. Han d'entendre la taula i decidir quin és el tipus de gràfic més adequat per que s'entenguin bé les divisions del gràfic, que siguin proporcionals (en això fallen molt)</i>	sí
19	<i>Han de saber fer/entendre percentatges, saber realitzar gràfics tenint en compte les variables dependents i independents</i>	sí

20	<i>Interpretar les dades donades. Determinar en quin eix representaran els anys i en quin els percentatges.</i>	sí
21	<i>Saber tractar proporcions (%). Adequar l'escala dels eixos a la magnitud i rang de les dades.</i>	parcial
22	<i>Interpretar dades, comprensió lectora, saber analitzar-lo un cop acabat. Identificar que a cada any varia el % de morts, que han de fer dos columnes per cada any o ve de 2 gràfics diferents.</i>	parcial
23	<i>Fer una representació gràfica: ubicar correctament les dades (eix x - eix y), proporció de l'escala. Ex: entre 1% i 20% (no cal representar 75%)</i>	sí
24	<i>Saber contar. Construcció d'un gràfic: col·locar les dades en els eixos de les x i les y de forma proporcional. Saber la variable dependent i independent.</i>	sí
25	<i>Identificar quiners variables van a cada ordenada. Entendre que ens trobem davant de dues sèries (pavelló 1 morts, pavelló 2 morts)</i>	parcial
26	<i>representar dades gràficament. Saber llegir - comprendre el text. Entendre percentatges. Saber representar diferents variables d'estudi</i>	sí
27	<i>Representar les dades en un gràfic. Interpretar l'enunciat, què els hi demana. Cal saber quina és la variable dependent, independent i on representar-ho. Han de saber com dibuixar el gràfic, quines distàncies pendre per cada eix, fins on el fa arribar.</i>	sí
28	<i>Interpretar dades per poder representar-les en un gràfic. Identificar variable independent i variable dependent</i>	sí
29	<i>Han de saber triar quina variable va a l'eix x i quina a l'eix y, triar l'escala adequada segons les dades i saber representar els valors</i>	sí
30	<i>Han de saber interpretar les dades a partir de la taula per tal de representar correctament el gràfic (variable dependent i variable independent)</i>	sí
31	<i>Saber interpretar dades de % i representar-les en un gràfic amb 2 entrades (pav 1 i pav 2). Entendre els números decimals</i>	sí

Demanda 1M: Diferenciar teoria i proves

Pregunta 4.A: En quines dades i en quin coneixement previ es basava S. per donar aquesta explicació?

Prof	Resposta	identifica?
1	<i>saber interpretar informació d'un text i extreure'n les idees principals</i>	parcial
2	<i>saber identificar les idees importants del text i extreure el més important per respondre el que es demana</i>	parcial
3	<i>L'alumne ha de diferenciar entre una dada concreta que s'obté del resultat de l'assaig (numero de morts) i un coneixement previ que té en aquest cas el Semmelweis</i>	sí
4	<i>interpretar l'enunciat, comprensió lectora</i>	no
5	<i>han de tenir comprensió lectora correcta, i interpretar correctament les dades.</i>	no
6	<i>Saber extreure idees d'un text. Entendre què és una hipòtesi i que elements la fonamenten</i>	parcial
7	<i>Coneixements de biologia (infeccions). Relacionar el que feien els estudiants de medicina fora del pavelló 2, per tant, pensar en totes les accions que fant</i>	no
8	<i>Extreure les dades fonamentals d'un text. Comprensió lectora i capacitat de síntesi. Conèixer vocabulari sobre malalties.</i>	parcial
9	<i>Entendre bé el text i relacionar-ho amb els seus coneixements</i>	no
10	<i>Comprensió del text anterior i extreure les idees principals</i>	parcial
11	<i>Saber relacionar la informació necessària del text i recollir les dades. Entendre els conceptes d'infecció, dissecció, ... Comprensió del text</i>	no
12	<i>Interpretar i entendre el text. Saber què són les llevadores, què són les disseccions i entendre els conceptes de malaltia infecciosa de transmissió. Dades de l'exercici 1 i les noves.</i>	no
13	<i>Han de saber llegir i entendre el que llegeixen, perquè la resposta a l'exercici es troba escrita</i>	no
14	<i>Han de saber extreure les dades del text, per això hauran de saber identificar el que són dades a un experiment i el que és el coneixement previ.</i>	sí
15	<i>Han de tenir una bona comprensió lectora i diferenciar entre quines dades es donen i quines són els coneixements previs que han fet arribar a Semmelweis a aquesta explicació. Posar en pràctica els coneixements apresos sobre la transmissió de malalties, infeccions, ...</i>	sí
16	<i>Comprensió lectora. Distingir entre dades i coneixements previs</i>	sí
17	<i>Han de tornar a desplegar la comprensió lectora. Haurien de tenir alguna idea sobre malalties infeccioses</i>	no
18	<i>Entendre el mecanisme d'obtenció de dades, el mètode científic. Entendre l'enunciat i extreure'n les dades</i>	parcial
19	<i>Haurien d'explicar el que se'n despren de l'enunciat. Haurien d'extreure la informació</i>	parcial
20	<i>Entendre el text. Identificar el seu coneixement previ (experiència com a cirurgià). Entendre la relació entre les dades del principi i les de després de l'intercanvi.</i>	parcial
21	<i>Relacionar resultats i conclusions</i>	no
22	<i>Comprensió lectora. Transmissió de malalties, relacionar coneixements previs amb les dades.</i>	parcial
23	<i>Reconèixer les dades dins un text i el coneixement de Semmelweis (la seva</i>	sí

	experiència)	
24	Entendre el text. Tenir coneixements sobre transmissió de malalties i causants d'aquestes (bactèries, virus...)	no
25	Anàlisi del text. Coneixement previ: infeccions. Patogen	no
26	Saber llegir i comprendre el text. Extreure la informació important.	parcial
27	Entendre què llegeixen, abstraure del text les dades i els coneixements previs que s'esmenten. Diferenciar què es demana a un lloc i a un altre	sí
28	Poder recopilar la informació requerida per analitzar les causes de les morts.	no
29	Entendre què vol dir coneixement previ. Comprensió lectora. Entendre què vol dir dades.	no
30	Reconeixement de dades. Interpretació dels enunciats. Fer referència al mètode científic.	no
31	Comprensió lectora. Preguntes literals i inferencials	no

Demanda 2M: Dissenyar experiment

Pregunta 3: Què faries per saber si existeix alguna relació causal entre qui fa el reconeixement i el diferent % de morts a cada pavelló?

Prof	Respostes	identifica?
1	<i>Caldria que sabessin fer un control de variables. Mantenir una variable fixa i veure'n els resultats</i>	parcial
2	<i>dissenyar i planificar un experiment científic amb tot el que això comporta</i>	Sí
3	<i>L'alumne ha de saber com comprovar una hipòtesi mitjançant un experiment o un assaig</i>	Sí
4	<i>Comprovar els resultats entre els dos pavellons i trobar semblances, diferències, o tendències entre els resultats. Entendre l'enunciat</i>	no
5	<i>comparar els resultats dels pavellons, trobar semblances, diferències</i>	no
6	<i>Formular hipòtesis a través d'evidències, relacionar causes i efectes, comparar o trobar les diferències entre ambdós casos.</i>	no
7	<i>Pensar en què les llevadores segurament tenen més experiència que els estudiants de medicina i llavors treure la conclusió</i>	no
8	<i>Capacitat d'analitzar un problema científicament, pensant en possibles solucions per donar-li remei, partint de les dades i fent les modificacions adients</i>	sí
9	<i>Han de saber identificar altres possibles causes de les morts</i>	no
10	<i>Interpretar les dades de la taula des d'un altre punt de vista (separat en homes i dones). Percentatge de mortalitat pel cas del va. 1 (homes) i del 2 (dones).</i>	no
11	<i>Saber comparar diferències de quantitats i interpretar científicament el per què de la influència del reconeixement. Dissenyar experiment.</i>	sí
12	<i>Un altre cop entendre el text, veure que les dones llevadores estan formades per fer aquesta feina i l'experiència ajuda a no fer errors que fan els estudiants de medicina</i>	no
13	<i>Han de tenir una visió científica i ser conscients que a través de l'experimentació es pot intentar demostrar quina és la causa d'un fenomen</i>	parcial
14	<i>Han de saber buscar les dades relacionades amb el cas. Observar el % de morts dels 2 pavellons i interpretar si pot haver alguna relació entre aquest percentatge i les persones que realitzaven el coneixement.</i>	parcial
15	<i>Els alumnes han de ser creatius i formular hipòtesis que ells considerin que poden explicar aquesta diferència entre els pavellons, tot pensant en experiments que es puguin portar a la pràctica.</i>	sí
16	<i>Elaborar hipòtesis. Dissenyar un experiment.</i>	sí
17	<i>= r hipòtesi proposada.</i>	sí
18	<i>Necessiten entendre bé la situació. Entendre què significa relació causal. Aprendre a buscar, relacionar entre causa i efecte.</i>	no
19	<i>Caldria que es fixessin en el gràfic, en quin pavelló hi ha més morts.</i>	no
20	<i>Representar totes les dades al gràfic i veure si hi ha relacions</i>	no
21	<i>Saber manipular les variables per veure com es relacionen i quina incidència tenen en els resultats</i>	parcial

22	<i>A partir de la hipòtesi que pot ser que hi hagi una relació causal entre qui fa el reconeixement, fer dissenyar un experiment científic per tal que puguin demostrar-ho, i verificar/desmentir la hipòtesi.</i>	sí
23	<i>Pensar en els mètodes que fa servir un estudiant de medicina i el que fa servir una</i>	no
24	<i>Entendre el text de l'explicació. Tenir imaginació i creativitat.</i>	no
25	<i>Canviar-los de pavelló. Entendre que canviant alguna de les variables (pavelló/estudiants, llevadores) pot afectar al % de morts</i>	parcial
26	<i>Saber llegir. Comprensió lectora. Control de variables</i>	no
27	<i>Han de tenir conceptes de control de variables, en cas que no ho esmentin han de saber que per comprovar si és la causa haurien de posar o tot homes o tot dones i mirar la diferència entre el que llegeixen</i>	no
28	<i>Saber fer el mètode científic per poder contrastar entre els dos pavellons: mateixes condicions per fer l'estudi.</i>	parcial
29	<i>relacionar la informació rellevant del text amb la taula inicial dels 2 pavellons. Veure que té pav 1 que no té pav 2 i relacionar-lo amb la teaula de mortalitat</i>	no
30	<i>Saber aplicar el mètode científic. Trobar les diferències, saber comparar. Control de variables.</i>	parcial
31	<i>Saber com estudiar una variable de manera independent. Buscar informació sobre praxis dels diferents oficis i possibles influències en les morts</i>	parcial

Demanda 3M: Confirmar hipòtesis (3.2.M) i Justificar conclusions (3.3.M)

Pregunta 2. Alumnat: "Creus que les hipòtesis proposades podien ser les causes del diferent percentatge de morts als pavellons 1 i 2? Per què?"

Prof	Respostes	Identifica?	
		3.2.M	3.3.M
1	<i>Saber que un terratrèmol pot ser un fet catastròfic puntual (no s'observaria la mateixa tendència al llarg dels anys). L'economia de la època (què tenien per menjar, què conreaven i si tenien beneficis econòmics. Classe social)</i>	no	no
2	<i>Saber com afecta cada hipòtesi en un lloc, si pot afectar a ambdós pavellons o no. No quedar-se amb només la hipòtesi, sinó interpretar quines poden ser les</i>	sí	no
3	<i>Els alumnes han de determinar les causes que poden donar la mateixa tendència als dos pavellons. Descartar les causes que donaran el mateix % de morts, com els terratrèmols</i>	sí	no
4	<i>Relacionar fets històrics amb els anys, comparar resultats entre els dos pavellons, interpretar si les hipòtesis podrien ser causa possible de la febre puerperal</i>	sí	no
5	<i>Han d'extreure les idees de text inicial i intentar relacionar-ho amb els fets que propose, veure quines són les causes de les morts i que hi ha alguna hipòtesi que no es relaciona.</i>	sí	no
6	<i>Relacionar fet, saber justificar quins són els efectes de cadascuna de les causes</i>	sí	sí
7	<i>Poder relacionar la malaltia amb la hipòtesi i extreure-hi una conclusió</i>	sí	parcial
8	<i>Raonar sobre els problemes que poden derivar de diferents situacions, analitzant les seves conseqüències</i>	no	no
9	<i>Han de saber veure si hi ha relació o no amb les dades anteriors</i>	parcial	no
10	<i>Saber raonar i relacionar les causes amb les hipòtesis</i>	parcial	no
11	<i>Saber diferenciar entre les diferents causes segons les dades de la taula i veure quines influeixen i no</i>	sí	no
12	<i>Saber comprendre un text científic. També saber què és un terratremol, i quins efectes provoca, saber descartar hipòtesis probables de les improbables</i>	no	no
13	<i>Han de tenir una actitud crítica i reflexionar i veure si hi ha alguna relació causa-efecte entre el terratrèmol, dietes, antiguitat de l'edifici i número de morts</i>	sí	no
14	<i>Han de saber raonar utilitzant els coneixements que tenen i les conclusions que hagin pogut extreure. Pensar en diferents situacions, per exemple si fos per antiguitat de l'edifici el % de morts seria similar als 2 pavellons, etc.</i>	parcial	parcial
15	<i>Saber argumentar o justificar la seva resposta, tot utilitzant els coneixements adquirits i el sentit comú</i>	no	sí
16	<i>Han de veure que els fets de les hipòtesis proposades afecten per igual als 2 pavellons, per tant la causa de la mort ha de ser una altra</i>	parcial	no
17	<i>Han d'haver desenvolupat la competència científica i saber discriminar entre causes amb fonament més científic i que realment podien incidir en la mortalitat</i>	sí	no
18	<i>Conèixer més la situació en què morien les dones. No és suficient amb el primer enunciat.</i>	no	no

19	<i>Haurien de tenir nocions sobre aquestes dues primeres variables, sobretot sobre la dieta. Respecte el tercer ítem haurien de saber sobretot argumentar</i>	no	sí
20	<i>Determinar si hi ha relació entre les dades del pavelló 1 i 2. Relacionar el terratrèmol amb l'augment (possible) morts als 2 pavellons. Relacionar la dieta amb el pacient. Relacionar les morts a un pavelló amb l'antiguitat de l'edifici, però s'haurien de tenir dades de l'antiguitat.</i>	no	no
21	<i>Relacionar causes i efectes. Raonar si una hipòtesi és possible o no. Veure si les dades, experiments o variables observades permeten discriminar diferents hipòtesis.</i>	sí	no
22	<i>Reflexionar sobre els factors que poden influir, respondre amb coherència,</i>	sí	sí
23	<i>Argumentar en funció del que han après aplicat a aquest tema. Usar la lògica: si hi ha un terratrèmol i els edificis són iguals, serà la mateixa, per exemple.</i>	sí	no
24	<i>Saber llegir i entendre el text</i>	no	no
25	<i>Totes podrien ser certes si s'argumenten bé, excepte els terratrèmols. Bona argumentació</i>	no	sí
26	<i>Valorar diferents hipòtesis a partir d'evidències</i>	sí	no
27	<i>Cal que sàpiguen que el terratrèmol no afectaria a un sol pavelló i en tot cas si afectés seria per un altre motiu, la dieta a priori hauria de ser igual, però tampoc hauria d'afecta tant i l'antiguitat de l'edifici no afectaria. Cal que sàpiguen relacionar els resultats amb unes possibles conseqüències i interpretar que no té res a veure les conseqüències que es diuen.</i>	parcial	no
28	<i>El problema que veig és que com poden afectar aquestes variables amb la mort al donar a llum</i>	no	no
29	<i>Saber les influències principals en la salut de les persones. Comprensió lectora. Saber llegir les taules. Entendre que poden haver moltes variables/informació que el text no ens diu</i>	no	no
30	<i>Raonar si les possibles causes poden estar relacionades amb la mort. Argumentació</i>	parcial	sí
31	<i>Influència de les variables sobre un fet concret. Coherència-lògica, possibles relacions i magnitud de la influència/variable</i>	sí	no

Demanda 4M: Avaluar conclusions

Pregunta 4.B: Tenint en compte això [dades i teoria de S.], creus que la seva explicació estava fonamentada? I la hipòtesi del doctor Klin? Justifica la resposta.

Prof	Resposta	identifica?
1	<i>Saber prendre una actitud respecte allò llegit per donar la seva opinió. Han de saber ser crítics amb el que han llegit, saber argumentar a favor i en contra (pautes per argumentació)</i>	parcial
2	<i>Relacionar la informació amb coneixements de biologia i saber justificar la seva resposta</i>	no
3	<i>L'alumne ha de saber diferenciar entre una hipòtesi argumentada i una sense argumentació</i>	sí
4	<i>Saber argumentar utilitzant termes científics</i>	no
5	<i>capacitat d'argumentar</i>	no
6	<i>Saber justificar a partir de la informació donada, saber argumentar la seva opinió</i>	no
7	<i>Han de pensar críticament i científicament i centrar-se en la causa real (semmelweis). Han de saber decidir i tenir iniciativa pròpia</i>	parcial
8	<i>Actitud crítica davant d'una hipòtesi sustentada en proves i dades i una que no.</i>	sí
9	<i>Amb els seus coneixements han de saber decidir si la hipòtesi anterior és certa o no.</i>	no
10	<i>Justificar les respostes en funció de les dades</i>	no
11	<i>Analitzar críticament les 2 explicacions dels 2 metges i veure quina sí està justificada.</i>	sí
12	<i>Estava fonamentada amb la seva experiència professional, han d'entendre el text i saber el concepte de malalties infeccioses</i>	no
13	<i>Han de tenir lògica suficient per veure quina de les dos hipòtesis està realment fonamentada</i>	sí
14	<i>Han de saber raonar la seva conclusió utilitzant les dades científiques que han estat treballant al llarg de l'activitat.</i>	no
15	<i>Han de saber diferenciar que una explicació es basa en dades i l'altra en hipòtesis no comprovades. A més han de saber justificar la seva elecció</i>	sí
16	<i>Han de veure que la explicació de Semmelweis es basava en dades i la del Klin era totalment arbitrària</i>	parcial
17	<i>Han de saber entendre el text, extreure la informació important i saber justificar la seva decisió: competència d'escriptura (saber escriure un text justificatiu)</i>	no
18	<i>Haver entès tota la situació exposada. Analitzar les dades. Extreure conclusions. Fer hipòtesis. Saber justificar correctament</i>	no
19	<i>Haurien de saber argumentar i justificar</i>	no
20	<i>Entendre que la hipòtesi del doctor Klin no està relacionada</i>	parcial
21	<i>Valorar amb criteri propi la correspondència entre les variables estudiades, els resultats obtinguts i les conclusions a les que s'ha arribat.</i>	sí
22	<i>Reflexionar, argumentar, tenir pensament crític, ser coherent a la resposta</i>	sí
23	<i>Reconèixer el mètode científic del Dr. Semmelweis i parlar de racisme amb el dr. Klin</i>	parcial
24	<i>Comparar dues conclusions diferents i ser crític per valorar-la. Argumentar una resposta amb arguments</i>	sí
25	<i>Justificació: lògica de la deducció a partir de l'experiència de Semmelweis, la del doctor Klin: entendre que no hi ha prou dades ni arguments per acceptar la hipòtesi</i>	sí

26	<i>Saber justificar. Saber llegir (comprensió lectora). Actitud crítica. Saber valorar la viabilitat, hipòtesis en funció de les evidències.</i>	sí
27	<i>Interpretar si la hipòtesi està justificada a partir del que han abstret del text. Entendre l'explicació i valorar si pot o no ser certa.</i>	parcial
28	<i>Raonar científicament si poden ser variables que justifiquin les hipòtesis</i>	parcial
29	<i>Entendre què vol dir Justificar. Entendre la seqüència: causa-]Conseqüència. Entendre què és una hipòtesi i en base a què es realitza</i>	parcial
30	<i>Entendre l'explicació que s'està donant</i>	no
31	<i>Què és una hipòtesi. Com realitzar una justificació. Mètode científic</i>	no

Annex 8: Buidat i anàlisi de les respostes del professorat a la segona pregunta del qüestionari È dificultats identificades

Pregunta 2 del qüestionari: Creus que aquesta activitat pot suposar dificultats pels alumnes? En cas afirmatiu, cita alguna de les preguntes de l'activitat anterior les dificultats associades.

Prof	Resposta	D'ús de proves	No d'ús de proves
1	Crec que pot ser difícil saber decidir on situar les variables d'estudi segons indep./dep. de la pregunta 1. I també fer-ne el control a la pregunta 2. Crec que pot ser difícil a la quarta preguntar saber fer una bona argumentació si no s'han treballat les pautes	2H 3M	redacció
2	Potser hi ha massa text a la pregunta 4. Si a mates no han treballat els gràfics, els % poden tenir dificultats al principi	2H	lectura
3	Des de la meua experiència a les pràctiques de classe de 1er d'ESO, els hi costa els enuncis llargs, i no entenen la pregunta, i per això hem fet l'activitat en 3 sessions en comptes de en 1, perquè no entenen les preguntes, i els hi ha costat entendre el significat d'una hipòtesis		lectura
4	Activitat 1. dificultats en alumnes amb problemes amb les matemàtiques. A totes, en alumnes amb dificultats de comprensió lectora. Dificultats en les 2 i 4, alumnes que els hi costi formular hipòtesis	2H 2M	lectura
5	No respon		
6	Com a dificultat principal penso que hi ha molt text. I pot ser que els alumnes tinguin dificultat en la seva comprensió		lectura
7	Potser la 4 és la més complicada per a ells i la 3 també		
8	Sí, potser la pregunta 2 o la pregunta 3. En la 2 costa pensar en conseqüències de 3 fets diferents relacionades amb la mortalitat. La 3 inclou tenir creativitat en el disseny d'un experiment. És important que hi estiguis acostumat.	2M 3M	
9	Pot costar decidir quines són o no les causes de les morts	3M	
10	Activitat 2. Considero que la dificultat associada és el fet d'haver de relacionar les hipòtesis amb unes evidències a l'hora de justificar la resposta	3M	
11	Pregunta 4: Massa text, dificultat dels alumnes per extreure la informació important. Pregunta 1: que no sàpigues representar les 2 entrades de dades, que ho representin tot junt. Preg. 3: que no entenguin què han de dissenyar.	2H 2M	lectura
12	Pot comportar dificultats als alumnes. Una de les que crec que més dificultats crea és la 2 i la 3. La 2 veure que afecten als 2 pavellons iguals i que per tant, no és la causa els pot ser difícil i la (4) 3 perquè poden pensar que és degut al sexe		procés cognitiu
13	No, és bastant senzilla i ben estructurada. Hi ha poques possibilitats d'equivocar-se.		
14	Potser la pregunta 3 els suposa una dificultat per haver de pensar ells mateixos i relacionar les dades	2H	autonomia
15	Sí, alguns (pocs) poden tenir problemes al discernir quina és la variable dependent de la independent a l'hora de fer el gràfic. Elaborar hipòtesis i dissenyar un possible experiment. Discernir entre dades i informació	2H 1M 2M	
16	Distinguir entre dades i informacions. Interpretar correctament les dades. Elaborar hipòtesis.	3H 1M 2M	
17	Alguns alumnes tenen problemes de comprensió lectora, n'hi ha d'altres que no saben extreure informació important d'un text. Problemes per representar	2H 3M	lectura redacció

	gràficament (no saben identificar variables, ni identifiquen la variable dependent/independent). Problemes en la redacció d'un text justificatiu.		
18	L'activitat 3 crec que és la que pot causar dificultats, ja que necessita una capacitat d'abstracció		procés cogitiu
19	La pregunta 2 i 3 perquè potser pensen que no tenen prou coneixement o dades per respondre la 2 i respecte la 3 potser el fet de pensar en relacions causals no ho han treballat i és nou		contingut
20	la pregunta 4A) és difícil de respondre ja que el text anterior trobo que no és molt clar. No es diu les dates de quan es va fer l'intercanvi i quan es va realitzar l'expulsió dels estrangers, ja que poden relacionar-ho equivocament amb les dades.		lectura
21	Pregunta 2: Requereix un nivell d'anàlisi i argumentació força elevat. Pregunta 3: Cal tenir iniciativa i creativitat per dissenyar un experiment adequat a les hipòtesis	2H 3M	
22	En algunes sí, com ara l'exercici 2 que no ho sapiguen relacionar ni saber perquè els terratrèmols, antiguitat de l'edifici, puguin tenir relació amb el % de morts. Alhora de fer el gràfic de l'exercici 1 segurament se'ls haurà d'ajudar als alumnes a realitzar el gràfic i la interpretació	2H 3H 3M	
23	Sí, la nº 3 perquè encara no s'han donat prou dades i és probable que l'alumne comenci a imaginar coses inversosímils que després no seran, fet que pot provocar molestar, com a mi.		falta de dades
24	La pregunta 3 pot suscitar algun dubte ja que necessites de tenir una mica d'imaginació per encertar-la. Imaginar quin estudi es faria per fer la recerca, qual cosa pot ser difícil si no se sap com puegnemar un estudi	2M	procés cogitiu
25	Sí. Apareixen preguntes de raonament que obliguen a fer pensar als alumnes. El fet que no hi hagi quasi cap pregunta literal suposa un grau de complexitat major.		procés cogitiu
26	No, si entenen el text		lectura
27	Cal haver treballat prèviament comprensió lectora o donar-los suport en aquesta activitat per tal que adquireixin aquesta competència. També hi ha alguns continguts que s'han d'haver tractat com ara control de variables, mètode científic o malalties.		lectura Contingut
28	Poden tenir dificultats si no han treballat anteriorment aquest tipus d'activitats. Si ho fan habitualment poden tenir problemes conceptuals de saber quina pot ser la causa de les morts, però penso que és normal		contingut
29	Sí. Entendre bé les preguntes i per ex. La pregunta 3: es refereix a què fa el lector a partir de les dades del text, o què faria el lector si fos el Semmelweis.		lectura
30	Sobretot dificultat per seguir la història i interpretar l'enunciat ja que els alumnes els hi costa molt llegir. La 4B penso que en trobarien dificultats.		lectura
31	Sí. Incertesa davant del que es demana. Experiència molt autònoma, pot fer sentir els alumnes perduts		lectura autonomia

Annex 9: Buidat i anàlisi de les respostes del professorat a la tercera pregunta del qüestionari

Pregunta 3 del qüestionari: Realitzes activitats similars a la que es proposa, a les teves classes? En cas afirmatiu, posa un exemple. En cas negatiu, digues les raons.

Prof	Resposta	Sí ho treballa	No ho treballa
1	L'exàmen realitzat al final de la UD era una lectura al voltant d'un cas de contaminació. Les preguntes tenien un grau superior de dificultat a mesura que avançava la activitat. Havien d'extreure dades del text, interpretar-les i fer algun càlcul de contaminació d'aigües. Al final calia escriure una carta al director d'una empresa argumentant la necessitat de tenir en compte la contaminació per preservar el medi ambient, possibles efectes de salut...	2H 3M	
2	No, perquè vam fer poques classes i en elles vam realitzar altres tipus d'activitats		Estruct.
3	0 resultats d'experiments històrics on els alumnes havien de fer hipòtesis. Així, els alumnes han participat identificant el problema i fer possibles hipòtesis i argumentar l'elecció	2M	
4	No. Falta d'experiència laboral		Falta de coneix.
5	No respon		
6	No		No dona motius
7	Sí, extreure conclusions a partir d'un gràfic, justificar una resposta, etc.	3H 3M	
8	Sí, un text sobre la contaminació de l'aigua en el tema de mescles i dissolucions	contingut	
9	No, no vaig trobar cap document ni dades amb les quals ho podia fer. Tampoc vaig tenir temps de buscar molt		Estruct. + Falta coneix.
10	No. La programació dissenyada no ens ha permès fer activitats d'aquest tipus		Contingut
11	No, no hem fet cap activitat d'aquest tipus perquè va ser més una UD d'aplicació i l'estructura era diferent. No els vam fer argumentar, ni calcular pràcticament res		Contingut
12	Sí, per exemple la lectura de la notícia d'Alberto Contador i el Clembuterol, per a partir d'aquí treballar l'aparell excretor. Han d'entendre el text i saber entendre l'aparell excretor per explicar com passa el Clambuterol del bistec a la crire.	contextualització	
13	No, perquè vaig haver de fer el tema dels éssers vius, i és un tema molt conceptual, molt audiovisual i en el que no és necessari fer aquest tipus d'activitats		Contingut

14	<i>Sí, no ben bé d'aquest estil. Però consistia en una activitat que havien d'interpretar un gràfic de sèrum i vacunes i quantitat d'anticossos al llarg del temps i treure ells les conclusions de la diferència entre ells.</i>	3M	
15	<i>Sí, vaig realitzar el bosc dels senglars i a partir dels resultats del joc havien d'elaborar un gràfic i després a partir d'aquest gràfic intentar van tenir problemes ja que eren de 1er d'ESO i no sabien ben bé com fer el gràfic (gràfic d'ordenades)</i>	3H 3M	
16	<i>Semblants en el sentit d'elaborar hipòtesis i dissenyar experiments. Per comprovar que els factors abiòtics influeixen sobre els sistemes vius.</i>	2M	
17	<i>En la UD d'ecosistemes (l'hort escolar) com a activitat d'aplicació (han de saber xarxes tròfiques i la relació que es dona entre els diferents organismes/factors d'un ecosistema) se'ls plantejava un problema d'ús de pesticides o tractaments bio per tal de tractar les plagues. Havien d'extreure un text justificatiu en el que plasmessin i justificuessin quin mètode farien servir ells...</i>	redacció	
18	<i>Sí. No era exactament una activitat, era un text sobre la mateixa situació de Semmelweis. En el meu cas, l'objectiu era que entenguessin la metodologia científica, l'obtenció de dades, però no hi havia preguntes concretes, per tant, els hi costava més. També hi havia una activitat d'interpretació de dades d'una gràfica.</i>	2H 3H	
19	<i>No, he realitzat una UD dirigida a uns alumnes amb moltes dificultats d'aprenentatge i poc hàbit escolar fet que m'ha obligat a pensar en un altre tipus d'activitats</i>		Tipus d'alumnat
20	<i>Sí, tot i que el nivell de complexitat era més simple. Vaig treballar la competència científica mitjançant un text d'una revista científica per entendre les relacions biòtiques</i>	contextualització	
21	<i>No, perquè en la unitat de la llum i les ones electromagnètiques no vam treballar amb hipòtesis i dades per contrastar-les. Ens vam centrar en l'observació i la descripció dels fenòmens.</i>		Contingut
22	<i>Sí. A la meua UD els alumnes a partir d'unes dades, havien de fer un gràfic i després interpretar-la i pensar i argumentar perquè varia el nº de població d'un determinat ésser viu cada any i quins factors han pogut influir, dins del tema d'ecosistemes</i>	2H 3H 3M	
23	<i>No. Només he fet una UD la qual versava sobre la calor i fora molt transmissiva</i>		Contingut
24	<i>Sí. Vaig realitzar una activitat on s'havia d'interpretar una gràfica. A partir d'aquesta gràfica havien els alumnes de respondre una sèrie de preguntes contextualitzades. El tema era dels òrgans dels sentits, i l'activitat era la pràctica del regle, en que havien d'interpretar una gràfica cm-t per saber perquè trigava un t des de que deixaven el regle fins que l'agaven.</i>	3H 3M	
25	<i>Sí, a les pràctiques de laboratori, intento mitjançant informes de pràctiques el·laborar activitats que obliguin a pensar, raonar i analitzar la informació</i>	2H 3M	
26	<i>Hem aplicat/dissenyat alguna activitat basada en la competència lectora, treballant la justificació. Penso que és important treballar la lectura científica.</i>	Lectura crítica redacció	
27	<i>Sí, en el cas de la funció de nutrició vam realitzar una lectura crítica on després de la lectura es discutia i a partir d'unes dades addicionals i el que s'havia discutit s'elaborava un text sobre la sostenibilitat del model</i>	Lectura crítica redacció	

	<i>alimentari que tenim</i>		
28	<i>Sí, a partir d'un episodi del doctor House vam fer una història per entendre com una noia no podia sentir el dolor amb la intenció de comprendre la complexitat del tacte (dins la UD dels òrgans dels sentits).</i>	contextu alització	
29	<i>No, no he tingut ocasió</i>		No dóna motius.
30	<i>Vaig fer una activitat de competència lingüística amb la interpretació d'una notícia d'un diari</i>	lectura crítica	
31	<i>No</i>		No dóna motius.